

[DOCUMENT] PATENT APPLICATION

[DOCKET NUMBER] POS55391

[FILING DATE] April 16, 1996

[SUBMITTED TO] Mr. Hisamitsu ARAI

Commissioner of the Japanese Patent Office

[INTERNATIONAL CLASSIFICATION] G02F 1/136

[TITLE OF THE INVENTION]

REFLECTIVE LIQUID CRYSTAL DEVICE

[NUMBER OF CLAIMS] 7

[INVENTOR]

[ADDRESS/DOMICILE]

c/o Seiko-Epson Corporation

3-3-5 Yamato, Suwa-shi, Nagano-ken

[NAME]

MATSUSHIMA, Toshiharu

[INVENTOR]

[ADDRESS/DOMICILE]

c/o Seiko-Epson Corporation

3-3-5 Yamato, Suwa-shi, Nagano-ken

[NAME]

OKUMURA, Osamu

[APPLICANT]

[ID NUMBER] 000002369

[NAME] Seiko-Epson Corporation

[REPRESENTATIVE] YASUKAWA, Hideaki

[AGENT]

[ID NUMBER] 100093388

[PATENT AGENT]

[NAME] SUZUKI, Kisaburo

[CONTACT] 3348-8531 EXT. 2610-2615

[ASSIGNED AGENT]

[ID NUMBER] 100095728

[PATENT AGENT]

[NAME] [KAMI/UE/UWA]YANAGI, Masayo

[PAYMENT OF FEE]

[PAYMENT METHOD] Prepayment

[PREPAYMENT LEDGER NO.] 013044

[AMOUNT PAID] 21,000 yen

[LIST OF DOCUMENTS]

[DOCUMENT] Specification 1

[DOCUMENT] Drawings 1

[DOCUMENT] Abstract 1

[POWER OF ATTORNEY NO.] 9005917

[PROOF REQUIREMENT] Required

[Document] Specification

[Title of the Invention] Reflective Liquid Crystal Device

[What Is Claimed Is]

[Claim 1] A reflective liquid crystal device, comprising a pair of opposing substrates having electrodes on the inside, a liquid crystal sandwiched between said substrates, at least one polarizing plate, and a reflector, characterized in that

said reflector is a mirror reflector, and a scattering plate is provided on the outer surface of the substrate on the side of the incident light.

[Claim 2] A reflective liquid crystal device as defined in Claim 1, characterized in that

said scattering plate backscatters 0.5%~10% of the incident light within the range of a 10° cone centered on the direction of mirror reflection.

[Claim 3] A reflective liquid crystal device as defined in Claim 1 or Claim 2, characterized in that

the liquid crystal molecules oriented on the metallic wiring are oriented in the same manner as the liquid crystal molecules of the pixel section.

[Claim 4] A reflective liquid crystal device as defined in Claim 1, Claim 2 or Claim 3, characterized in that

said reflector and said polarizing plate are placed on the inner surface of the substrate.

[Claim 5] A reflective liquid crystal device as defined in Claim 1, Claim 2 or Claim 3, characterized in that

said reflector is placed on the inner surface of the substrate, and only one of said polarizing plate is placed on the outer surface of the substrate on the side of the incident light.

[Claim 6] A reflective liquid crystal device as defined in any of Claim 1 through Claim 5, characterized in that

at least two colors of color filters are provided in the inner surface of said substrate.

[Claim 7] A reflective liquid crystal device as defined in any of Claim 1 through Claim 6, characterized in that

the display is a normally-white type.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

The present invention relates to a reflective liquid crystal device.

[Prior Art]

In recent years, pursuant to advances in informatization, small-scale portable information terminals such as a PDA (Personal Digital Assistant) have become widely used. For these portably used apparatuses, a reflective display device not using a backlight becomes necessary.

[0003]

Originally, as a mode for a liquid crystal device used as a reflective display device, there are the TN (Twisted Nematic) and STN (Super Twisted Nematic) modes, which use a polarizing plate. However, because these modes use two polarizing plates, there are great problems from the standpoint of brightness in particular.

[0004]

Various modes have been considered in order to improve brightness. As a mode not using a polarization plate, which is the greatest factor decreasing brightness, there are the PDLC (Polymer Distributed Liquid Crystal) and PCGH (Phase Change Guest Host) modes. However, these modes have many problems, for example, the contrast becomes lower in place of having achieved the brightness, and in the end it does not become brighter when doing such as increasing the dye in order to obtain a sufficient contrast.

[0005]

As modes which suppress the reduction of the efficiency of light utilization by using only one polarizing plate, there are the R-OCB (Refractive Optically Compensated Birefringence: Preprints of the 21st Liquid Crystal Forum, *Shingaku Giho* EID95-146) and the SPD (Single Polarizer Display: Japanese Laid-Open Patent No. 3-223715, Japanese Laid-Open Patent No. 4-97121) modes.

[0006]

R-OCB uses a forward scattering plate and a mirror reflector, and SPD used a scattering reflector identical to the TN mode, and the like, for the reflector. According to the aforementioned literature, because R-OCB uses a mirror surface on the reflector, it becomes easy to provide the reflector inside

the liquid crystal cell. Therefore, the influence of neighboring pixels is prevented, and images can be obtained with high contrast and no fading. According to the aforementioned patent reports, SPD uses a scattering reflector for the reflector. Because it has one less polarizing plate compared with the TN mode and STN mode, it becomes brighter. Also, by using the same forward scattering plate and mirror reflector as R-OCB, it becomes possible to obtain a bright display in the same manner. The application of a scattering plate itself has been proposed in Japanese Laid-Open Patent 59-36282, and the like, but in the past it was used for the purposes such as for antiglare by preventing the reduction of properties due to peripheral light.

[0007]

[Problems the Invention Tries to Solve]

Nevertheless, these modes do not compensate the loss of light due to the polarizing plate, and still it cannot be said that they have secured a sufficient brightness as a reflective liquid crystal device. Also, when using a forward scattering plate and a mirror reflector, there is scattering and light loss in the position sandwiched by the substrates. Also, the R-OCB mode uses the normally-black mode to secure contrast, but this too reduces brightness.

[0008]

The present invention has realized the fact that an even brighter display can be obtained by using a scattering plate including backscattering, while using a polarizing plate for obtaining high contrast.

[0009]

The aim of the present invention is to obtain a reflective liquid crystal device that is bright and has a high contrast.

[0010]

[Means to Achieve the Object]

The reflective liquid crystal device as defined in Claim 1 comprises a pair of opposing substrates having electrodes on the inside, a liquid crystal sandwiched between said substrates, at least one polarizing plate, and a reflector, and is characterized in that said reflector is a mirror reflector, and the liquid crystal device comprises a scattering plate on the outer surface of the substrate on the side of the incident light. Here, a retardation plate also may be provided for the purpose of color

compensation or visual angle compensation between the polarizing plate and the substrate.

[0011]

By taking this configuration, because a display is possible having a sufficient contrast even in the direction of the light source reflection, there is the feature of being able to obtain a bright display.

[0012]

The reflective liquid crystal device as defined in Claim 2 is characterized in that said scattering plate backscatters 0.5%~10% of the incident light within the range of a 10° cone centered on the direction of mirror reflection.

[0013]

By taking this configuration, there is the feature of being able to achieve a sufficient contrast on top of having assured brightness.

[0014]

The reflective liquid crystal device as defined in Claim 3 is characterized in that the liquid crystal molecules oriented on the metallic wiring are oriented in the same manner as the liquid crystal molecules of the pixel section.

[0015]

By taking this configuration, there is the feature of being able to obtain most of the reflected light, not only from the drive section, but also from the metallic wiring section.

[0016]

The reflective liquid crystal device as defined in Claim 4 is characterized in that said reflector and said polarizing plate are placed on the inner surface of the substrate.

[0017]

By this configuration, there is the feature of the distance between the liquid crystal and the reflector disappearing, and the contrast being improved.

[0018]

The reflective liquid crystal device as defined in Claim 5 is characterized in that said reflector is placed on the inner surface of the substrate, and only one of said polarizing plate is placed on the outer surface of the substrate on the side of the incident light.

[0019]

By this configuration, on top of the distance between the liquid crystal and the reflector disappearing, and the contrast being improved, there is the feature of the display becoming even brighter due to the fact that only one polarizing plate is used.

[0020]

The reflective liquid crystal device as defined in Claim 6 is characterized in that said liquid crystal device comprises at least two colors of color filters in the inner surface of said substrate.

[0021]

By taking this configuration, there is the feature of being able to obtain a color display having a sufficient color purity even with comparatively weak-colored color filters.

[0022]

The reflective liquid crystal device as defined in Claim 7 is characterized in that the display is a normally-white type.

[0023]

By taking this configuration, there is the feature of becoming brighter overall.

[0024]

[Description of the Preferred Embodiments]

The present invention is explained below based on the drawings.

[0025]

(Embodiment 1)

Fig. 1 is a cross-section drawing of a reflective liquid crystal device pertaining to the invention as defined in Claim 1 of the present invention. First the configuration is explained.

1 is a scattering plate, 2 is an upper polarizing plate, 3 is an upper substrate, 4 is an upper electrode, 5 is liquid crystal, 6 is a lower electrode, 7 is a lower substrate, 8 is a lower polarizing plate, and 9 is a mirror reflector. Liquid crystal 5 is twisted 90° in the cell, and it is TN mode, whereby the absorption axes of polarizing plates 2 and 8 coincide with the lag phase axis of liquid crystal 5 at the proximal boundary. The product $\Delta n \times d$ of the thickness d of liquid crystal 5 and the birefringence Δn is $0.48\mu\text{m}$.

[0026]

The reflective liquid crystal device of the above configuration had a brightness of 25% and contrast of 1:15 during white display in the normal direction of the substrate in a room, and a brightness of 45% and contrast of 1:12 in the direction of reflection of a ceiling lamp. Even in the direction of reflection, due to a backscattering effect, there is no reflection of the image of the ceiling lamp and a high contrast can be obtained.

[0027]

Because the light in the direction of reflection is used effectively while maintaining a sufficient contrast in this manner, a very bright display can be obtained.

[0028]

(Embodiment 2)

Fig. 2 is a cross-section drawing of a reflective liquid crystal device of the present embodiment pertaining to the invention as defined in Claim 1 of the present invention. 1 is a scattering plate, 2 is an upper polarizing plate, 3 is an upper substrate, 4 is an upper electrode, 5 is liquid crystal, 6 is a lower electrode, 7 is a lower substrate, and 9 is a mirror reflector.

[0029]

Fig. 3 shows the polarizing axis and rubbing direction of the polarizing plates in the reflective liquid crystal device shown in Fig. 2. 31 is the transmissive axis of upper polarizing plate 2, 32 is the rubbing direction of liquid crystal 5 on upper substrate 3, 33 is the rubbing direction of liquid crystal 5 on lower substrate 7, 34 is the angle θ_1 formed by the transmissive axial direction 31 of the upper polarizing plate 2 with the horizontal direction, 35 is the angle θ_2 formed by the rubbing

direction 32 of the upper substrate 3 with the horizontal direction, and 36 is the angle θ_3 formed by the rubbing direction 33 of the lower substrate 7 with the horizontal direction. The angles are positive counterclockwise, and are shown from -180° to 180° . The horizontal direction indicates the left-right direction of the liquid crystal device.

[0030]

Fig. 4 is a cross-section drawing of a reflective liquid crystal device of another embodiment pertaining to the invention as defined in Claim 1 of the present invention. 1 is a scattering plate, 2 is an upper polarizing plate, 41 is a retardation plate, 3 is an upper substrate, 4 is an upper electrode, 5 is liquid crystal, 6 is a lower electrode, 7 is a lower substrate, and 9 is a mirror reflector.

[0031]

Fig. 5 shows the polarizing axis and rubbing direction of the polarizing plates in the reflective liquid crystal device shown in Fig. 4. 31 is the transmissive axis of upper polarizing plate 2, 51 is the direction of the lag phase axis of retardation plate 41, 32 is the rubbing direction of liquid crystal 5 on upper substrate 3, 33 is the rubbing direction of liquid crystal 5 on lower substrate 7, 34 is the angle θ_1 formed by the transmissive axial direction 31 of the upper polarizing plate 2 with the horizontal direction, 35 is the angle θ_2 formed by the rubbing direction 32 of the upper substrate 3 with the horizontal direction, 36 is the angle θ_3 formed by the rubbing direction 33 of the lower substrate 7 with the horizontal direction, and 52 is the angle θ_4 formed by the direction the lag phase axis 51 of the retardation plate 41 with the horizontal direction.

[0032]

These angular conditions and the values of $\Delta n \times d$ are shown in Table 1 below. In Table 1, Nos. 1~3 correspond to the configuration of Fig. 2, and Nos. 4~6 correspond to the configuration of Fig. 4. The unit of $\Delta n \times d$ in the table is in μm .

[0033]

[Table 1]

1	phase variation
2	twist direction

3 right
4 left
5 degrees

[0034]

Their properties are shown in the table below.

[0035]

[Table 2]

1	normal direction of substrate
2	direction of mirror reflection
3	reflectivity
4	contrast

[0036]

A display of sufficient contrast and brightness identical to Embodiment 1 can be obtained.

[0037]

(Comparative Example 1)

Fig. 6 is a cross-section drawing of a reflective liquid crystal device of Comparative Example 1. 2 is an upper polarizing plate, 3 is an upper substrate, 4 is an upper electrode, 5 is liquid crystal, 6 is a lower electrode, 7 is a lower substrate, 8 is a lower polarizing plate, and 61 is a scattering reflector. In the same manner as Embodiment 1, liquid crystal 5 is twisted 90° in the cell, and it is TN mode, whereby the absorption axes of polarizing plates 2 and 8 coincide with the lag phase axis of liquid crystal 5 at the proximal boundary. The product $\Delta n \times d$ of the thickness d of liquid crystal 5 and the birefringence Δn is $0.48\mu\text{m}$.

[0038]

The reflective liquid crystal device of the above configuration had a brightness of 25% and contrast of 1:15 during white display in the normal direction of the substrate in a room. However, in the direction of reflection of a ceiling lamp, due to reflection of the image of the ceiling lamp, the brightness during white display became 62%, the contrast became 1:2, and it could not stand to practical use.

[0039]

(Embodiment 3)

Fig. 7 is a drawing showing the configuration and properties of a scattering plate of a reflective liquid crystal device pertaining to the invention as defined in Claim 2 of the present invention. In Fig. 7, 1 is a scattering plate, 71 is incident light, 72 is positively reflected light, and 73 is a 10° cone centered on positively reflected light 72. Scattering plate 1 of Embodiment 3 scatters 5% of the incident light into 10° cone 73.

[0040]

A scattering plate having the above properties was obtained, as in *Shingaku Giho* EID95-146, by creating forward scattering by mixing of particles having a refractivity different from the medium, and adjusting the back scattering by providing minute irregularities on the surface. If this scattered light is greater than 10%, reflection of the light source becomes greater and the contrast decreases. Conversely, if it is less than 0.5%, fading of the display becomes too much.

[0041]

Also, the configuration of the present embodiment is identical to that of Embodiment 1. Liquid crystal 5 is twisted 90° in the cell, and it is TN mode, whereby the absorption axes of polarizing plates 2 and 8 coincide with the lag phase axis of liquid crystal 5 at the proximal boundary. The product $\Delta n \times d$ of the thickness d of liquid crystal 5 and the birefringence Δn is $0.48\mu\text{m}$.

[0042]

The reflective liquid crystal device of the above configuration had a brightness of 26% and contrast of 1:15 during white display in the normal direction of the substrate in a room, and a brightness of 43% and contrast of 1:13 in the direction of reflection of a ceiling lamp.

[0043]

(Embodiment 4)

In the present embodiment, the scattering plate shown in Fig. 7 was applied to the configuration of Fig. 2 and Fig. 4 used in Embodiment 2. The axis of polarization of the polarizing plate, the $\Delta n \times d$ of the liquid crystal, and the retardation plate were set in the same manner as Fig. 3 and Fig. 5, and their properties are shown in Table 3.

[0044]

[Table 3]

1	normal direction of substrate
2	direction of mirror reflection
3	reflectivity
4	contrast

[0045]

A display of sufficient contrast and brightness identical to Embodiment 1 can be obtained.

[0046]

Fig. 8 is a drawing showing the essential components of a reflective liquid crystal device pertaining to the invention as defined in Claim 3 of the present invention. 1 is a scattering plate, 2 is an upper polarizing plate, 3 is an upper substrate, 5 is liquid crystal, 7 is a lower substrate, 8 is a lower polarizing plate, 9 is a mirror reflector, 81 is an opposing electrode (scan line), 82 is a signal line, 83 is a pixel electrode, and 84 is an MIM element. Liquid crystal 5 is twisted 90° in the cell, and it is TN mode, whereby the absorption axes of polarizing plates 2 and 8 coincide with the lag phase axis of liquid crystal 5 at the proximal boundary. The product $\Delta n \times d$ of the thickness d of liquid crystal 5 and the birefringence Δn is 0.48 μm . The same item as in Embodiment 3 was used for the scattering plate.

[0047]

The pitch of the pixels was made perpendicular and parallel to the signal line and set to 160 μm , the width of the signal line was made 10 μm , the gap between signal line and pixel electrode was made 10 μm , and the gap between adjacent pixel electrode and pixel electrode was made 10 μm .

[0048]

In a reflective liquid crystal device of the above configuration, when the liquid crystal on signal line 82 and the area outside the pixel section of opposing electrode 81 was oriented by rubbing processing in the same manner as the area on pixel electrode 83, it had a brightness of 23% and contrast of 1:14 during white display in the normal direction of the

substrate in a room, and a brightness of 43% and contrast of 1:11 in the direction of reflection of a ceiling lamp.

[0049]

By the way, because the paintability on a metallic electrode differs from that of the ITO of a pixel electrode, even when painting an orientation film, it often comes off. In such a case, that is, when orientation processing was not applied on signal line 82 it had a brightness of 19% and contrast of 1:14 during white display in the normal direction of the substrate in a room, and a brightness of 40% and contrast of 1:11 in the direction of reflection of a ceiling lamp.

[0050]

In both cases, it is possible to obtain a high contrast in the optimal position and an extremely bright display, but by providing orientation processing on the metallic wiring as well, an even brighter display could be obtained.

[0051]

(Embodiment 6)

Fig. 9 is a drawing showing the configuration of a reflective liquid crystal device pertaining to the invention as defined in Claim 3 of the present invention. 1 is a scattering plate, 2 is an upper polarizing plate, 3 is an upper substrate, 5 is liquid crystal, 7 is a lower substrate, 9 is a mirror reflector, 81 is an opposing electrode (scan line), 82 is a signal line, 83 is a pixel electrode, and 84 is an MIM element. The gap between pixel and pixel was made perpendicular and parallel to the signal line and set to $160\mu\text{m}$, the width of the signal line was made $10\mu\text{m}$, the gap between signal line and pixel electrode was made $10\mu\text{m}$, and the gap between adjacent pixel electrode and pixel electrode was made $10\mu\text{m}$.

[0052]

Fig. 3 shows the polarizing axis and rubbing direction of the polarizing plates in the reflective liquid crystal device shown in Fig. 9. 31 is the transmissive axis of upper polarizing plate 2, 32 is the rubbing direction of liquid crystal 5 on upper substrate 3, 33 is the rubbing direction of liquid crystal 5 on lower substrate 7, 34 is the angle θ_1 formed by the transmissive axial direction 31 of the upper polarizing plate 2 with the horizontal direction, 35 is the angle θ_2 formed by the rubbing direction 32 of the upper substrate 3 with the horizontal

direction, and 36 is the angle θ_3 formed by the rubbing direction 33 of the lower substrate 7 with the horizontal direction.

[0053]

Fig. 10 is a drawing showing the configuration of another reflective liquid crystal device pertaining to the invention as defined in Claim 3 of the present invention. 1 is a scattering plate, 41 is a retardation film, 2 is an upper polarizing plate, 3 is an upper substrate, 5 is liquid crystal, 7 is a lower substrate, 9 is a mirror reflector, 81 is an opposing electrode (scan line), 82 is a signal line, 83 is a pixel electrode, and 84 is an MIM element. The pitch of the pixel electrodes was made perpendicular and parallel to the signal line and set to $160\mu\text{m}$, the width of the signal line was made $10\mu\text{m}$, the gap between signal line and pixel electrode was made $10\mu\text{m}$, and the gap between adjacent pixel electrode and pixel electrode was made $10\mu\text{m}$.

[0054]

Fig. 5 shows the polarizing axis and rubbing direction of the polarizing plates in the reflective liquid crystal device shown in Fig. 10. 31 is the transmissive axis of upper polarizing plate 2, 51 is the direction of the lag phase axis of retardation plate 41, 32 is the rubbing direction of liquid crystal 5 on upper substrate 3, 33 is the rubbing direction of liquid crystal 5 on lower substrate 7, 34 is the angle θ_1 formed by the transmissive axial direction 31 of the upper polarizing plate 2 with the horizontal direction, 35 is the angle θ_2 formed by the rubbing direction 32 of the upper substrate 3 with the horizontal direction, 36 is the angle θ_3 formed by the rubbing direction 33 of the lower substrate 7 with the horizontal direction, and 52 is the angle θ_4 formed by the direction the lag phase axis 51 of the retardation plate 41 with the horizontal direction.

[0055]

The same item as that of Embodiment 3 was used for the scattering plate. When the settings are made for 1 and 3 based on the configuration of Fig. 9 and the settings are made for 2 and 4 based on that of Fig. 10, the $\Delta n \times d$ of the liquid crystal, the angles of the polarizing plates, and the like, and the phase variation of the retardation plate were set as in the following table. Also, No. 1 and No. 2 are those having orientation processing applied to the areas outside the pixel area, and No. 3

and No. 4 are those not having orientation processing applied to the areas outside the pixel area.

[0056]

[Table 4]

1	phase variation
2	twist direction

[0057]

Also, their properties are shown in the following table.

[0058]

[Table 5]

5	normal direction of substrate
6	direction of reflection
7	reflectivity
8	contrast
9	orientation processing outside pixel section
10	yes
11	no

[0059]

In all examples, it is possible to obtain a high contrast in the optimal position and an extremely bright display, but by providing orientation processing on the metallic wiring as well, an even brighter display could be obtained.

[0060]

(Embodiment 7)

Fig. 11 is a cross-section drawing of a reflective liquid crystal device pertaining to the invention as defined in Claim 4 of the present invention. First the configuration is explained. 1 is a scattering plate, 2 is an upper polarizing plate, 3 is an upper substrate, 4 is an upper electrode, 5 is liquid crystal, 8 is a lower polarizing plate, 111 is a lower electrode plus mirror reflector, and 7 is a lower substrate. Liquid crystal 5 is twisted 90° in the cell, and it is TN mode, whereby the absorption axes of polarizing plates 2 and 8 coincide with the lag phase axis of liquid crystal 5 at the proximal boundary. The product $\Delta n \times d$ of the thickness d of liquid crystal 5 and the birefringence Δn is 0.48 μm . Aluminum was vapor deposited on the lower electrode, and the polarizing plates were obtained by

painting and orienting a crystalline polymer solution containing a black dichromatic dye on a polyimide orientation film. The same item as that of Embodiment 3 was used for the scattering plate.

[0061]

The reflective liquid crystal device of the above configuration had a brightness of 28% and contrast of 1:18 during white display in the normal direction of the substrate in a room, and a brightness of 44% and contrast of 1:16 in the direction of reflection of a ceiling lamp.

[0062]

(Embodiment 8)

Fig. 12 is a cross-section drawing of a reflective liquid crystal device pertaining to the invention as defined in Claim 5 of the present invention. 1 is a scattering plate, 2 is an upper polarizing plate, 3 is an upper substrate, 4 is an upper electrode, 5 is liquid crystal, 111 is a lower electrode plus mirror reflector, and 7 is a lower substrate.

[0063]

Fig. 3 shows the polarizing axis and rubbing direction of the polarizing plates in the reflective liquid crystal device shown in Fig. 12. 31 is the transmissive axis of upper polarizing plate 2, 32 is the rubbing direction of liquid crystal 5 on upper substrate 3, 33 is the rubbing direction of liquid crystal 5 on lower substrate 7, 34 is the angle θ_1 formed by the transmissive axial direction 31 of the upper polarizing plate 2 with the horizontal direction, 35 is the angle θ_2 formed by the rubbing direction 32 of the upper substrate 3 with the horizontal direction, and 36 is the angle θ_3 formed by the rubbing direction 33 of the lower substrate 7 with the horizontal direction.

[0064]

Fig. 13 is a drawing showing the configuration of another reflective liquid crystal device pertaining to the invention as defined in Claim 5 of the present invention. First the configuration is explained. 1 is a scattering plate, 2 is an upper polarizing plate, 41 is a retardation film, 3 is an upper substrate, 4 is an upper electrode, 5 is liquid crystal, 161 is a lower electrode plus mirror reflector, and 7 is a lower substrate.

[0065]

Fig. 5 shows the method of placing the polarizing plates, and the like, of the reflective liquid crystal device shown in Fig. 13. 31 is the transmissive axis of upper polarizing plate 2, 51 is the direction of the lag phase axis of retardation plate 41, 32 is the rubbing direction of liquid crystal 5 on upper substrate 3, 33 is the rubbing direction of liquid crystal 5 on lower substrate 7, 34 is the angle θ_1 formed by the transmissive axial direction 31 of the upper polarizing plate 2 with the horizontal direction, 35 is the angle θ_2 formed by the rubbing direction 32 of the upper substrate 3 with the horizontal direction, 36 is the angle θ_3 formed by the rubbing direction 33 of the lower substrate 7 with the horizontal direction, and 52 is the angle θ_4 formed by the direction the lag phase axis 51 of the retardation plate 41 with the horizontal direction. The same items as those of Embodiment 1 were used for the angles, the $\Delta n \times d$ of the liquid crystal, and the phase variation of the retardation plate.

[0066]

The same item as Embodiment 3 was used for the scattering plate.

[0067]

The properties of the reflective liquid crystal display element of the above configuration are shown in the following table. Nos. 1~3 are based on the configuration of Fig. 12, and Nos. 4~6 are based on the configuration of Fig. 13.

[0068]

[Table 6]

1	normal direction of substrate
2	direction of mirror reflection
3	reflectivity
4	contrast

[0069]

All were able to achieve a display of sufficient contrast and brightness.

[0070]

(Embodiment 9)

Fig. 14 is a drawing showing the essential components of a reflective liquid crystal device pertaining to the invention as defined in Claim 6 of the present invention. 1 is a scattering plate, 2 is an upper polarizing plate, 41 is a retardation film, 3 is an upper substrate, 5 is liquid crystal, 7 is a lower substrate, 81 is an opposing electrode (scan line), 82 is a signal line, 83 is a pixel electrode plus mirror reflector, 84 is an MIM element, and 141 is a color filter. The pitch of the pixel electrodes was made perpendicular and parallel to the signal line and set to $160\mu\text{m}$, the width of the signal line was made $10\mu\text{m}$, the gap between signal line and pixel electrode was made $10\mu\text{m}$, and the gap between adjacent pixel electrode and pixel electrode was made $10\mu\text{m}$.

[0071]

Fig. 5 shows the placement directions of the polarizing plate, and the like, of the present embodiment. 31 is the transmissive axis of upper polarizing plate 2, 51 is the direction of the lag phase axis of retardation plate 41, 32 is the rubbing direction of liquid crystal 5 on upper substrate 3, 33 is the rubbing direction of liquid crystal 5 on lower substrate 7, 34 is the angle θ_1 formed by the transmissive axial direction 31 of the upper polarizing plate 2 with the horizontal direction, 35 is the angle θ_2 formed by the rubbing direction 32 of the upper substrate 3 with the horizontal direction, 36 is the angle θ_3 formed by the rubbing direction 33 of the lower substrate 7 with the horizontal direction, and 52 is the angle θ_4 formed by the direction the lag phase axis 51 of the retardation plate 41 with the horizontal direction.

[0072]

The same item as Embodiment 3 was used for the scattering plate.

[0073]

The $\Delta n \times d$ of liquid crystal 5 was set to $0.33\mu\text{m}$, θ_1 was set to -80° , θ_2 was set to -74° , θ_3 was set to 74° , θ_4 was set to 9° , and the phase variation of the retardation plate 41 was set to $0.31\mu\text{m}$. Orientation processing was applied also to the signal line 82 in the same manner as pixel electrode plus mirror reflector 83.

[0074]

Cyan (C in the drawing) and red (R in the drawing) color filters having 75% average transmissivity were used for color filters 141.

[0075]

The reflective liquid crystal device of the above configuration had a brightness of 30% and contrast of 1:15 during white display in the normal direction of the substrate in a room, and a brightness of 51% and contrast of 1:12 in the direction of reflection of a ceiling lamp. The display colors were $x = 0.28$, $y = 0.32$ for red and was $x = 0.28$, $y = 0.31$ for cyan.

[0076]

A display of sufficient contrast and brightness was achieved.

[0077]

(Embodiment 10)

Fig. 1 is a cross-section drawing of reflective liquid crystal devices No. 1 and No. 2 pertaining to the invention as defined in Claim 7 of the present invention. First the configuration is explained. 1 is a scattering plate, 2 is an upper polarizing plate, 3 is an upper substrate, 4 is an upper electrode, 5 is liquid crystal, 6 is a lower electrode, 7 is a lower substrate, 8 is a lower polarizing plate, and 9 is a mirror reflector. Liquid crystal 5 is twisted 90° in the cell, and No. 1 and No. 2 are TN mode, whereby the absorption axes of polarizing plates 2 and 8 coincide with the lag phase axis of liquid crystal 5 at the proximal boundary. The product ($\Delta n \times d$) of the thickness d of liquid crystal 5 and the birefringence Δn is $0.48\mu\text{m}$.

[0078]

The same item as that of Embodiment 3 was used for the scattering plate.

[0079]

151 is the appearance of the change of transmissivity over voltage of No. 1, and 152 is the appearance of the change of transmissivity over voltage of No. 2. No. 1 is a normally-white display, and No. 2 is normally-black display.

[0080]

For the reflective liquid crystal devices of the above configurations, No. 1 had a brightness of 25% and contrast of 1:15 during white display in the normal direction of the substrate in a room, and a brightness of 45% and contrast of 1:12 in the direction of reflection of a ceiling lamp, and No. 2 had a brightness of 23% and contrast of 1:15 during white display in the normal direction of the substrate in a room, and a brightness of 42% and contrast of 1:13 in the direction of reflection of a ceiling lamp.

[0081]

A display of sufficient contrast and brightness was achieved for both, but the normally-white mode can obtain a brighter and more desirable display. This is because the area outside the pixels contributes to the brightness.

[0082]

[Effect of the Invention]

According to the present invention as described above, it is possible to provide a bright, high-contrast reflective liquid crystal device that uses reflected light, by using a scattering plate including backscattering and a mirror reflector.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1]

Fig. 1 is a drawing showing the cross section of a reflective liquid crystal device in Embodiments 1, 3, and 10 of the present invention.

[Fig. 2]

Fig. 2 is a drawing showing the cross section of a reflective liquid crystal device in Embodiments 2 and 4 of the present invention.

[Fig. 3]

Fig. 3 is a drawing showing the rubbing direction of the liquid crystal and the axial directions of the polarizing plates of a reflective liquid crystal device in Embodiments 2, 4, 6, and 8 of the present invention.

[Fig. 4]

Fig. 4 is a drawing showing the cross section of a reflective liquid crystal device in Embodiments 2 and 4 of the present invention.

[Fig. 5]

Fig. 5 is a drawing showing the rubbing direction of the liquid crystal, the axial directions of the polarizing plates, and the lag phase axial direction of the retardation plate of a reflective liquid crystal device in Embodiments 2, 4, 6, and 8 of the present invention.

[Fig. 6]

Fig. 6 is a drawing showing the cross section of a conventional reflective liquid crystal device.

[Fig. 7]

Fig. 7 is a drawing showing the scattering properties of the scattering plate in Embodiments 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, and 10 of the present invention.

[Fig. 8]

Fig. 8 is a drawing showing the essential components of a reflective liquid crystal device in Embodiment 5 of the present invention.

[Fig. 9]

Fig. 9 is a drawing showing the essential components of a reflective liquid crystal device in Embodiment 6 of the present invention.

[Fig. 10]

Fig. 10 is a drawing showing the essential components of a reflective liquid crystal device in Embodiment 6 of the present invention.

[Fig. 11]

Fig. 11 is a drawing showing the cross section of a reflective liquid crystal device in Embodiment 7 of the present invention.

[Fig. 12]

Fig. 12 is a drawing showing the cross section of a reflective liquid crystal device in Embodiment 8 of the present invention.

[Fig. 13]

Fig. 13 is a drawing showing the cross section of a reflective liquid crystal device in Embodiment 8 of the present invention.

[Fig. 14]

Fig. 14 is a drawing showing the essential components of a reflective liquid crystal device in Embodiment 9 of the present invention.

[Fig. 15]

Fig. 15 is a drawing showing the relationship between voltage and transmissivity of a reflective liquid crystal device in Embodiment 10 of the present invention.

[Description of the Symbols]

- 1 scattering plate
- 2 upper polarizing plate
- 3 upper substrate
- 4 upper electrode
- 5 liquid crystal
- 6 lower electrode
- 7 lower substrate
- 8 lower polarizing plate
- 9 mirror reflector
- 31 transmissive axial direction of upper polarizing plate 2
- 32 rubbing direction of liquid crystal 5 on upper substrate 3
- 33 rubbing direction of liquid crystal 5 on lower substrate 7
- 34 angle formed by 31 with horizontal
- 35 angle formed by 32 with horizontal
- 36 angle formed by 33 with horizontal
- 41 retardation plate
- 51 lag phase axis of retardation plate 41
- 52 angle formed by 51 with horizontal
- 61 scattering reflector
- 71 incident light
- 72 reflected light
- 73 10° cone centered on 72
- 81 opposing electrode
- 82 signal line
- 83 pixel electrode
- 84 MIM element

111 lower electrode plus mirror reflector
141 color filter
151 voltage-transmissivity curve of normally-white mode
152 voltage-transmissivity curve of normally-black mode

[Document] Drawings

[Fig. 1]

[Fig. 2]

[Fig. 3]

[Fig. 4]

[Fig. 5]

[Fig. 6]

[Fig. 7]

[Fig. 8]

[Fig. 9]

[Fig. 10]

[Fig. 11]

[Fig. 12]

[Fig. 13]

[Fig. 14]

[Fig. 15]

1 brightness

2 voltage

[Document] Abstract of the Disclosure

[Abstract]

[Object] To provide a reflective liquid crystal device combining brightness and sufficient contrast.

[Means to Achieve the Object] A reflective liquid crystal device, comprising a pair of opposing substrates having electrodes on the inside, a liquid crystal sandwiched between said substrates, at least one polarizing plate, and a reflector, characterized in that the reflector is a mirror reflector, and a scattering plate is provided on the substrate on the side of the incident light.

[Selected Drawing] Fig. 12

【書類名】 特許願
【整理番号】 P O S 5 5 3 9 1
【提出日】 平成 0 8 年 0 4 月 1 6 日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G 0 2 F 1 / 1 3 6
【発明の名称】 反射型液晶装置
【請求項の数】 7
【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 松島 寿治

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 奥村 治

【特許出願人】

【識別番号】 0 0 0 0 0 2 3 6 9

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代表者】 安川 英昭

【代理人】

【識別番号】 1 0 0 0 9 3 3 8 8

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 喜三郎

【連絡先】 3 3 4 8 - 8 5 3 1 内線 2 6 1 0 - 2 6 1 5

【選任した代理人】

【識別番号】 1 0 0 0 9 5 7 2 8

【弁理士】

【氏名又は名称】 上柳 雅誉

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 0 1 3 0 4 4

【納付金額】 2 1 0 0 0

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9 0 0 5 9 1 7

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 反射型液晶装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対向する内面に電極を備えた一対の基板と、該基板間に挟持された液晶と、少なくとも 1 枚の偏光板と、反射板とを有する反射型液晶装置において、

前記反射板が鏡面反射板であり、かつ入射光側基板の外面に散乱板を備えたことを特徴とする反射型液晶装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の反射型液晶装置において、

前記散乱板が入射光の 0. 5 % ～ 1 0 % を正反射方向を中心とする 1 0 度コーン範囲内に後方散乱することを特徴とする反射型液晶装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 記載の反射型液晶装置において、

金属配線上に配向する液晶分子は画素部の液晶分子と同様に配向していることを特徴とする反射型液晶装置。

【請求項 4】 請求項 1、請求項 2 又は請求項 3 記載の反射型液晶装置において、

前記反射板ならびに前記偏光板を基板の内面に配置したことを特徴とする反射型液晶装置。

【請求項 5】 請求項 1、請求項 2 又は請求項 3 記載の反射型液晶装置において、

前記反射板を基板の内面に配置し、かつ前記偏光板を一枚だけ入射光側基板の外面に備えたことを特徴とする反射型液晶装置。

【請求項 6】 請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の反射型液晶装置において、

前記基板の内面に少なくとも 2 色のカラーフィルターを備えたことを特徴とする反射型液晶装置。

【請求項 7】 請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の反射型液晶装置において、

表示がノーマリホワイト型であることを特徴とする反射型液晶装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、反射型液晶装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年の情報化の進展に伴い、P D A (Personal Digital Assistant) のような小型携帯情報端末が多く用いられるようになった。携帯して使用するこれらの機器にはバックライトが不要の反射型表示装置が必須となる。

【 0 0 0 3 】

従来、反射型表示装置として使用される液晶装置には、偏光板を用いたT N (ツイステッドネマティック) モードやS T N (スーパーツイステッドネマティック) モードがある。しかしこれらのモードは偏光板を2枚使用するために特に明るさという点で問題が大きい。

【 0 0 0 4 】

明るさを改善するために種々のモードが考えられている。明るさを下げるものとも大きな要因である偏光板を使わないものとしては、P D L C (高分子分散型液晶) やP C G H (相転移型ゲストホストモード) 等がある。しかし、これらのモードは明るさが取れる代わりにコントラストが低くなり、十分なコントラストを得るために色素を増やすなどすると結局明るくならないなど問題も多い。

【 0 0 0 5 】

偏光板を1枚だけ使用することにより、光利用効率の低減を押さえるモードには、R - O C B (Refrective Optically Compensated Birefringence: 第21回液晶討論会講演予稿集3 A 1 9、信学技報 EID95-146) やS P D (一枚偏光板モード: Single Polalyzer Display: 特開平3 - 2 2 3 7 1 5号公報、特開平4 - 9 7 1 2 1号公報) 等がある。

【 0 0 0 6 】

R - O C Bでは前方散乱板と鏡面反射板を利用し、S P Dでは反射板にT Nモード等と同様の散乱反射板を使用している。R - O C Bでは前記資料によると反

射板に鏡面を用いるために液晶セル内に反射板を備えることが容易となる。このために隣の画素の影響を防止し、高いコントラストでぼけの無い像が得られる。S P Dは前述の公報等によれば反射板に拡散反射板を用いている。T NやS T Nモードに比べて偏光板が一枚少ない分明るくなる。またR－O C Bと同様前方散乱板と鏡面反射板を利用して同様に明るい表示を得ることが可能となる。拡散板自体を反射型液晶装置に適用することは特開昭59－36282号公報などで提案されているが、従来は防眩等の周囲の光による特性低下を防ぐ目的で使用されていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、これらのモードは偏光板による光の損失を補うほどのものではなく、依然として反射型液晶装置として十分な明るさが確保できとは言えない。また、前方散乱板と鏡面反射板の使用の場合、基板を挟んだ位置での散乱があり、光の損失がある。また、R－O C Bモードではコントラストを確保するためにノーマリブラックモードを採用しているが、これも明るさを低減する。

【0008】

本発明は高いコントラストを得るために偏光板を使用しながら後方散乱を含む散乱板を使用することでさらに明るい表示を得ることを実現した。

【0009】

本発明の目的は、高コントラストで明るい反射型表示を得ることにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項1記載の反射型液晶装置は、対向する内面に電極を備えた一対の基板と、該基板間に挟持された液晶と、少なくとも1枚の偏光板と、反射板とを有する反射型液晶装置において、前記反射板が鏡面反射板であり、かつ入射光側基板の外面に散乱板を備えたことを特徴とする。ここで、偏光板と基板の間に色補償あるいは視角補償を目的とした位相差板を設けても良い。

【0011】

この構成をとることにより、光源の正反射方向でも十分なコントラストで表示

を見ることが出来るために、明るいが表示を得られるという特徴が有る。

【0012】

請求項2記載の反射型液晶装置は、請求項1記載の反射型液晶装置において、前記散乱板が入射光の0.5%～10%を正反射方向を中心とする10度コーン範囲内に後方散乱することを特徴とする。

【0013】

この構成をとることにより、明るさを確保した上で十分なコントラストを得ることが出来るという特徴が有る。

【0014】

請求項3記載の反射型液晶装置は、請求項1又は請求項2記載の反射型液晶装置において、金属配線上に配向する液晶分子は画素部の液晶と同様に配向していることを特徴とする。

【0015】

この構成により、駆動部分だけではなく金属配線部分からも多くの反射光が得られるという特徴が有る。

【0016】

請求項4記載の反射型液晶装置は、請求項1、請求項2又は請求項3記載の反射型液晶装置において、前記反射板ならびに前記偏光板を基板の内面に配置したことを特徴とする。

【0017】

この構成により、液晶と反射板との間の距離がなくなり、コントラストが向上するという特徴が有る。

【0018】

請求項5記載の反射型液晶装置は、請求項1、請求項2又は請求項3記載の反射型液晶装置において、前記反射板を基板の内面に配置し、かつ前記偏光板を一枚だけ入射光側基板の外面に備えたことを特徴とする。

【0019】

この構成により、液晶と反射板との間の距離がなくなり、コントラストが向上する上、偏光板を一枚のみ使うことによって更に表示が明るくなるという特徴が

有る。

【 0 0 2 0 】

請求項 6 記載の反射型液晶装置は、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の反射型液晶装置において、前記基板の内面に少なくとも 2 色のカラーフィルターを備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

この構成を取ることで、比較的淡い色のカラーフィルターでも十分な色純度のカラー表示が得られるという特徴が有る。

【 0 0 2 2 】

請求項 7 記載の反射型液晶装置は、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の反射型液晶装置において、表示がノーマリホワイト型であることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

この構成を取ることで、全体的に明るくなるという特徴がある。

【 0 0 2 4 】

【 発明の実施の形態 】

以下本発明を図面に基づいて説明する。

【 0 0 2 5 】

(実施例 1)

図 1 は本発明の請求項 1 記載の発明に係る反射型液晶装置の断面図である。まず構成を説明する。1 は散乱板、2 は上側偏光板、3 は上側基板、4 は上側電極、5 は液晶、6 は下側電極、7 は下側基板、8 は下側偏光板、9 は鏡面反射板である。液晶 5 はセル内で 90 度にねじれており、偏光板 2 と 8 の吸収軸は近接する界面の液晶 5 の遅相軸に一致する TN モードである。液晶 5 の厚さ d と複屈折性 Δn の積 ($\Delta n \times d$) は $0.48 \mu m$ である。

【 0 0 2 6 】

以上の構成の反射型液晶装置は、室内において、基板法線方向での白表示時の明るさが 25 %、コントラストが 1 : 15 であり、天井灯の正反射方向での白表示の明るさが 45 %、コントラストが 1 : 12 であった。正反射方向であっても散乱板の後方散乱の効果で、天井灯が映り込むことがなく、高いコントラストが

得られる。

【 0 0 2 7 】

このように十分なコントラストを保ちつつ正反射方向の光が有効に利用出来るために、とても明るい表示が得られる。

【 0 0 2 8 】

(実施例 2)

図 2 は本発明の請求項 1 記載の発明に係る本実施例の反射型液晶装置の断面図である。1 は散乱板、2 は上側偏光板、3 は上側基板、4 は上側電極、5 は液晶、6 は下側電極、7 は下側基板、9 は鏡面反射板である。

【 0 0 2 9 】

図 3 に、図 2 で示した反射型液晶装置における偏光板の偏光軸、ラビング方向を示した図を示す。3 1 は上側偏光板 2 の透過軸方向、3 2 は液晶 5 の上側基板 3 でのラビング方向、3 3 は液晶 5 の下側基板 7 でのラビング方向であり、3 4 が上偏光板 2 の透過軸方向 3 1 の水平と成す角度 $\theta 1$ 、3 5 が液晶 5 の上側基板 3 でのラビング方向 3 2 の水平と成す角度 $\theta 2$ 、3 6 が液晶 5 の下側基板 7 でのラビング方向 3 3 の水平と成す角度 $\theta 3$ である。角度は反時計回りに正とし、 -180 度から 180 度で示す。なお、水平方向とは、液晶装置の左右方向を示したものである。

【 0 0 3 0 】

図 4 は本発明の請求項 1 記載の発明に係る本実施例の別の反射型液晶装置の断面図である。まず構成を説明する。1 は散乱板、2 は上側偏光板、4 1 は位相差板、3 は上側基板、4 は上側電極、5 は液晶、6 は下側電極、7 は下側基板、9 は鏡面反射板である。

【 0 0 3 1 】

図 5 に、図 4 で示した反射型液晶装置における偏光板の偏光軸、ラビング方向を示した図を示す。3 1 は上側偏光板 2 の透過軸方向、5 1 は位相差板 4 1 の遅相軸方向、3 2 は液晶 5 の上側基板 3 でのラビング方向、3 3 は液晶 5 の下側基板 7 でのラビング方向であり、3 4 が上偏光板 2 の透過軸方向 3 1 の水平と成す角度 $\theta 1$ 、3 5 が液晶 5 の上側基板 3 でのラビング方向 3 2 の水平と成す角度 θ

2、36が液晶5の下側基板7でのラビング方向33の水平と成す角度 $\theta 3$ 、52が位相差板41の遅相軸方向51の水平と成す角度 $\theta 4$ である。

【0032】

これらの角度条件と $\Delta n \times d$ の値とを以下の表1に示す。表1においてNo. 1～3は図2の構成に対応し、No. 4～6は図4の構成に対応する。表中の $\Delta n \times d$ の単位は μm である。

【0033】

【表1】

No.	$\Delta n \times d$	$\theta 1$	$\theta 2$	$\theta 3$	$\theta 4$	位相差	ねじれ方向
1	0.40	32.5	-67.5	67.5			3 右 4 5 度
2	0.64	32.0	-68.0	68.0			3 右 4 5 度
3	0.80	-22.5	-37.5	37.5			4 左 2 5 5 度
4	0.33	-82.0	-74.0	74.0	9.0	0.31	3 右 3 2 度
5	0.45	27.5	-67.5	67.5	27.5	0.65	3 右 4 5 度
6	0.70	-8.0	-30.0	30.0	70.0	0.35	4 左 2 4 0 度

【0034】

これらの特性を以下の表に示す。

【 0 0 3 5 】

【表 2】

No.	1 基板法線方向		2 正反射方向	
	反射率 (%)	コントラスト	反射率 (%)	コントラスト
1	3 29	7 1:12	3 50	4 1:10
2	27	1:13	48	1:11
3	27	1:06	49	1:04
4	30	1:15	52	1:12
5	27	1:15	48	1:12
6	29	1:08	50	1:06

【 0 0 3 6 】

実施例 1 同様に十分なコントラストと明るい表示が得られる。

【 0 0 3 7 】

(比較例 1)

図 6 に比較例 1 の反射型液晶装置の断面図を示す。2 は上側偏光板、3 は上側基板、4 は上側電極、5 は液晶、6 は下側電極、7 は下側基板、8 は下側偏光板、6 1 は散乱反射板である。液晶 5 は実施例 1 と同様にセル内で 9 0 度にねじっており、偏光板 2 と 8 の吸収軸は近接する界面の液晶 5 の遅相軸に一致する T N モードである。液晶 5 の厚さ d と複屈折性 Δn の積 ($\Delta n \times d$) は $0.48 \mu m$ である。

【 0 0 3 8 】

以上の構成の反射型液晶装置は、室内において、基板法線方向での白表示時の明るさが 2 8 %、コントラストが 1 : 1 5 であったが、天井灯の正反射方向では天井灯の映り込みのために、白表示の明るさが 6 2 %、コントラストが 1 : 2 となり、実用に耐えなかった。

【 0 0 3 9 】

(実施例 3)

図 7 は本発明の請求項 2 記載の発明に係る反射型液晶装置の散乱板の構成とその特性を示す図である。図 7 において、1 は散乱板、7 1 は入射光、7 2 は正反射光、7 3 は正反射光 7 2 を中心とした 1 0 度コーンである。実施例 3 の散乱板 1 は図 7 の 1 0 度コーン 7 3 の中に入射光の 5 % の光が散乱する。

【 0 0 4 0 】

以上の特性を持つ散乱板は、信学技報 EID95-146にあるように媒質と異なる屈折率を持つ粒子の混入により前方散乱を作り、表面に微小な凹凸を設けて後方散乱を調整することで得た。この散乱光が 1 0 % よりも大きいと光源の映り込みが大きくなってコントラストが低下し、逆に 0 . 5 % よりも小さくなると表示のぼけが大きくなりすぎる。

【 0 0 4 1 】

また、本実施例の構成は実施例 1 の図 1 に示した構成と同様であり、液晶 5 はセル内で 9 0 度にねじっており、偏光板 2 と 8 の吸収軸は近接する界面の液晶 5 の遅相軸に一致する TN モードである。液晶 5 の厚さ d と液晶 5 の複屈折性 Δn の積 ($\Delta n \times d$) は $0.48 \mu m$ である。

【 0 0 4 2 】

以上の構成の反射型液晶装置は、室内において、基板法線方向での白表示時の明るさが 2 6 % 、コントラストが 1 : 1 5 であり、天井灯の正反射方向での白表示の明るさが 4 3 % 、コントラストが 1 : 1 3 であった。

【 0 0 4 3 】

(実施例 4)

本実施例では、図 7 に示した散乱板を実施例 2 で使用した図 2 、図 4 の構成に適用した。なお、偏光板の偏光軸、液晶層の $\Delta n \times d$ 、及び位相差については、図 3 、図 5 と同様に設定し、表 3 にその特性を示した。

【 0 0 4 4 】

【表 3】

No.	1 基板法線方向		2 正反射方向	
	反射率 (%)	コントラスト	反射率 (%)	コントラスト
1	30	1:12	49	1:10
2	28	1:13	47	1:11
3	28	1:06	47	1:04
4	31	1:15	51	1:12
5	28	1:15	46	1:12
6	30	1:08	49	1:06

【 0 0 4 5 】

実施例 1 同様に十分なコントラストと明るい表示が得られる。

【 0 0 4 6 】

(実施例 5)

図 8 は本発明の請求項 3 記載の発明に係る反射型液晶装置の要部を示した図である。1 は散乱板、2 は上側偏光板、3 は上側基板、5 は液晶、7 は下側基板、8 は下側偏光板、9 は鏡面反射板、8 1 は対向電極（走査線）、8 2 は信号線、8 3 は画素電極、8 4 は M I M 素子である。液晶 5 はセル内で 90 度にねじっており、偏光板 2 と 8 の吸収軸は近接する界面の液晶 5 の遅相軸に一致する T N モードである。液晶 5 の厚さ d と複屈折性 Δn の積 ($\Delta n \times d$) は $0.48 \mu m$ である。散乱板には実施例 3 と同様のものを使用した。

【 0 0 4 7 】

画素ピッチは、信号線に直交する方向、平行な方向共に $160 \mu m$ とし、信号線の幅を $10 \mu m$ 、信号線と画素電極との間隙を $10 \mu m$ 、隣り合う画素電極と画素電極との間隔を $10 \mu m$ とした。

【 0 0 4 8 】

以上の構成の反射型液晶装置で、信号線 8 2 上及び対向電極 8 1 の画素部以外の領域も画素電極 8 3 上の領域と同様にラビング処理を施して液晶を配列させたときには、室内において基板法線方向での白表示時の明るさが 2 3 %、コントラストが 1 : 1 4 であり、天井灯の正反射方向での白表示の明るさが 4 3 %、コントラストが 1 : 1 1 であった。

【 0 0 4 9 】

ところで金属電極上は画素電極の I T O とは塗れ性が異なるため、配向膜を塗布してもはじかれることが多い。このような場合、即ち信号線 8 2 上に配向処理を施さないときには、室内において基板法線方向での白表示時の明るさが 1 9 %、コントラストが 1 : 1 4 であり、天井灯の正反射方向での白表示の明るさが 4 0 %、コントラストが 1 : 1 1 であった。

【 0 0 5 0 】

いずれの場合も最適位置で高コントラストと非常に明るい表示を得ることが出来るが、金属配線上も配向処理することによりさらに明るい表示を得ることが出来た。

【 0 0 5 1 】

(実施例 6)

図 9 は本発明の請求項 3 記載の発明に係る本実施例の反射型液晶装置の構成を示した図である。1 は散乱板、2 は上側偏光板、3 は上側基板、5 は液晶、7 は下側基板、9 は鏡面反射板、8 1 は対向電極（走査線）、8 2 は信号線、8 3 は画素電極、8 4 は M I M 素子である。画素と画素の間隔を信号線に直交、平行の両方向共に $160\mu\text{m}$ とし、信号線の幅を $10\mu\text{m}$ 、信号線と画素電極の間隔を $10\mu\text{m}$ 、隣り合う画素電極と画素電極の間隔を $10\mu\text{m}$ とした。

【 0 0 5 2 】

図 3 に、図 9 に示された反射型液晶装置の偏光板の偏光軸、ラビング方向を示した図を示す。3 1 は上側偏光板 2 の透過軸方向、3 2 は液晶 5 の上側基板 3 でのラビング方向、3 3 は液晶 5 の下側基板 7 でのラビング方向であり、3 4 が上側偏光板 2 の透過軸方向 3 1 の水平と成す角度 $\theta 1$ 、3 5 が液晶 5 の上側基板 3 で

のラビング方向 3 2 の水平と成す角度 $\theta 2$ 、3 6 が液晶 5 の下側基板 7 でのラビング方向 3 3 の水平と成す角度 $\theta 3$ である。

【 0 0 5 3 】

図 1 0 は本発明の請求項 3 記載の発明に係る本実施例の別の反射型液晶装置の構成を示した図である。1 は散乱板、4 1 は位相差板、2 は上側偏光板、3 は上側基板、5 は液晶、7 は下側基板、9 は鏡面反射板、8 1 は対向電極（走査線）、8 2 は信号線、8 3 は画素電極、8 4 は M I M 素子である。画素電極のピッチを信号線に直交する方向、平行な方向共に $160\mu\text{m}$ とし、信号線の幅を $10\mu\text{m}$ 、信号線と画素電極との間隙を $10\mu\text{m}$ 、隣り合う画素電極と画素電極との間隔を $10\mu\text{m}$ とした。

【 0 0 5 4 】

図 5 に、図 1 0 に示された反射型液晶装置の偏光板の偏光軸、ラビング方向を示した図を示す。3 1 は上側偏光板 2 の透過軸方向、5 1 は位相差板 4 1 の遅相軸方向、3 2 は液晶 5 の上側基板 3 でのラビング方向、3 3 は液晶 5 の下側基板 7 でのラビング方向であり、3 4 が上偏光板 2 の透過軸方向 3 1 の水平と成す角度 $\theta 1$ 、3 5 が液晶 5 の上側基板 3 でのラビング方向 3 2 の水平と成す角度 $\theta 2$ 、3 6 が液晶 5 の下側基板 7 でのラビング方向 3 3 の水平と成す角度 $\theta 3$ 、5 2 が位相差板 4 1 の遅相軸方向 5 1 の水平と成す角度 $\theta 4$ である。

【 0 0 5 5 】

散乱板には実施例 3 と同様のものを使用した。図 9 の構成に基づく設定を No. 1、3 に、図 1 0 に基づく設定を No. 2、4 とし、液晶の $\Delta n \times d$ 、偏光板等の角度、位相差板の位相差を以下の表のように設定した。。そして、No. 1 と No. 2 は画素部以外の領域にも配向処理を施したものであり、No. 3 と No. 4 は画素部だけに配向処理を施したものとした。

【 0 0 5 6 】

【表 4】

No.	$\Delta n \times d$	$\theta 1$	$\theta 2$	$\theta 3$	$\theta 4$	位相差	ねじれ方向
1,3	0.40	32.5	-67.5	67.5			右 4 5 度
2,4	0.33	-82.0	-74.0	74.0	9.0	0.31	右 3 2 度

【 0 0 5 7 】

またその特性を以下の表に示す。

【 0 0 5 8 】

【表 5】

No.	基板法線方向		正反射方向		画素部外 配向処理
	反射率 (%)	コントラスト	反射率 (%)	コントラスト	
1	29	1:12	50	1:10	有り
2	27	1:13	48	1:11	有り
3	27	1:06	49	1:04	無し
4	29	1:08	50	1:06	無し

【 0 0 5 9 】

いずれの例も最適位置で高コントラストで明るい表示を得ることが出来るが、画素部以外の領域にも配向処理を施すことによりさらに明るい表示を得ることが出来た。

【 0 0 6 0 】

(実施例 7)

図11は本発明の請求項4記載の発明に係る反射型液晶装置の断面図である。まず構成を説明する。1は散乱板、2は上側偏光板、3は上側基板、4は上側電極、5は液晶、8は下側偏光板、111は下側電極兼鏡面反射板、7は下側基板である。液晶5はセル内で90度にねじれており、偏光板2、8の吸収軸は近接する界面の液晶5の遅相軸に一致するTNモードである。液晶5の厚さ d と複屈折性 Δn の積($\Delta n \times d$)は $0.48\mu m$ である。下側電極にはアルミニウムを蒸着して、偏光板はポリイミド配向膜上に黒色2色性色素を含有させた液晶性高分子の溶液を塗布、配向させることで得た。散乱板には実施例3と同様のものを使用した。

【0061】

以上の構成の反射型液晶装置は、室内において基板法線方向での白表示時の明るさが28%、コントラストが1:18であり、天井灯の正反射方向での白表示の明るさが44%、コントラストが1:16であった。

【0062】

(実施例8)

図12は本発明の請求項5記載の発明に係る本実施例の反射型液晶装置の断面図である。1は散乱板、2は上側偏光板、3は上側基板、4は上側電極、5は液晶、111は下側電極兼鏡面反射板、7は下側基板である。

【0063】

図3に、図12に示された反射型液晶装置の偏光板等の設置方向を示す。31は上側偏光板2の透過軸方向、32は液晶5の上側基板3でのラビング方向、33は液晶5の下側基板7でのラビング方向であり、34が上偏光板2の透過軸方向31の水平と成す角度 θ_1 、35が液晶5の上側基板3でのラビング方向32の水平と成す角度 θ_2 、36が液晶5の下側基板7でのラビング方向33の水平と成す角度 θ_3 である。

【0064】

図13は本発明の請求項5記載の発明に係る本実施例の別の反射型液晶装置の断面図である。まず構成を説明する。1は散乱板、2は上側偏光板、41は位相差板、3は上側基板、4は上側電極、5は液晶、161は下側電極兼鏡面反射板

、7は下側基板である。

【 0 0 6 5 】

図5、図13に示された反射型液晶装置の偏光板等の設置方向を示す。31は上側偏光板2の透過軸方向、51は位相差板41の遅相軸方向、32は液晶5の上側基板3でのラビング方向、33は液晶5の下側基板7でのラビング方向であり、34が上偏光板2の透過軸方向31の水平と成す角度 $\theta 1$ 、35が液晶5の上側基板3でのラビング方向32の水平と成す角度 $\theta 2$ 、36が液晶5の下側基板7でのラビング方向33の水平と成す角度 $\theta 3$ 、52が位相差板41の遅相軸方向51の水平と成す角度 $\theta 4$ である。角度、液晶の $\Delta n \times d$ 、位相差板の位相差の条件は、実施例1と同じ物を使用した。

【 0 0 6 6 】

散乱板には実施例3と同様のものを使用した。

【 0 0 6 7 】

以上の構成の反射型液晶表示素子の特性を以下の表に示す。No. 1～3については図12の構成に基づき、No. 4～6は図13の構成に基づいている。

【 0 0 6 8 】

【表6】

No.	基板法線方向		正反射方向	
	反射率 (%)	コントラスト	反射率 (%)	コントラスト
1	32	1:14	54	1:11
2	29	1:15	50	1:13
5	30	1:08	51	1:06
3	35	1:19	55	1:15
4	30	1:19	51	1:15
6	31	1:10	52	1:08

【 0 0 6 9 】

いずれも十分なコントラストと明るい表示が得られる。

【 0 0 7 0 】

(実施例 9)

図 1 4 は本発明の請求項 6 記載の発明に係る反射型液晶装置の要部を示した図である。1 は散乱板、2 は上側偏光板、4 1 は位相差板、3 は上側基板、5 は液晶、7 は下側基板、8 1 は対向電極（走査線）、8 2 は信号線、8 3 は画素電極兼鏡面反射板、8 4 は M I M 素子、1 4 1 はカラーフィルタである。画素電極のピッチを信号線に直交する方向、平行な方向共に $160\mu\text{m}$ とし、信号線の幅を $10\mu\text{m}$ 、信号線と画素電極の間隔を $10\mu\text{m}$ 、隣り合う画素電極と画素電極の間隔を $10\mu\text{m}$ とした。

【 0 0 7 1 】

図 5 に本実施例の偏光板等の設置方向を示す。3 1 は上側偏光板 2 の透過軸方向、5 1 は位相差板 4 1 の遅相軸方向、3 2 は液晶 5 の上側基板 3 でのラビング方向、3 3 は液晶 5 の下側基板 7 でのラビング方向であり、3 4 が上偏光板 2 の透過軸方向 3 1 の水平と成す角度 $\theta 1$ 、3 5 が液晶 5 の上側基板 3 でのラビング方向 3 2 の水平と成す角度 $\theta 2$ 、3 6 が液晶 5 の下側基板 7 でのラビング方向 3 3 の水平と成す角度 $\theta 3$ 、5 2 が位相差板 4 1 の遅相軸方向 5 1 の水平と成す角度 $\theta 4$ である。

【 0 0 7 2 】

散乱板には実施例 3 と同様のものを使用した。

【 0 0 7 3 】

液晶 5 の $\Delta n \times d$ は $0.33\mu\text{m}$ 、 $\theta 1$ は -82 度、 $\theta 2$ は -74 度、 $\theta 3$ は 74 度、 $\theta 4$ は 9 度、位相差板 4 1 の位相差は $0.31\mu\text{m}$ に設定し、信号線 8 2 上も画素電極兼鏡面反射板 8 3 と同様に配向処理を施した。

【 0 0 7 4 】

カラーフィルタ 1 4 1 には平均透過率 75% のシアン（図中 C）とレッド（図中 R）のカラーフィルターを使用した。

【 0 0 7 5 】

以上の構成の反射型液晶装置は、室内において、基板法線方向での白表示時の明るさが30%、コントラストが1:15であり、天井灯の正反射方向での白表示の明るさが51%、コントラストが1:12であった。何れも表示色はレッドが $x = 0.39$ 、 $y = 0.32$ 、シアンが $x = 0.28$ 、 $x = 0.31$ であった。

【 0 0 7 6 】

十分に色を認識でき、明るい表示が得られた。

【 0 0 7 7 】

(実施例10)

図1は本発明の請求項7記載の発明に係る反射型液晶装置No. 1、No. 2の断面図である。まず構成を説明する。1は散乱板、2は上側偏光板、3は上側基板、4は上側電極、5は液晶、6は下側電極、7は下側基板、8は下側偏光板、9は鏡面反射板である。液晶5はセル内で90度にねじっており、No. 1は偏光板2、8の吸収軸は近接する界面の液晶5の遅相軸に一致、No. 2は偏光板2、8の吸収軸は近接する界面の液晶5の遅相軸に一致するTNモードである。液晶5の厚さ d と複屈折性 Δn の積($\Delta n \times d$)は $0.48 \mu m$ である。

【 0 0 7 8 】

散乱板には実施例3と同様のものを使用した。

【 0 0 7 9 】

151はNo. 1の電圧に対する透過率の変化の様子であり、152はNo. 2の電圧に対する透過率の変化の様子である。No. 1はノーマリーホワイト、No. 2はノーマリーブブラックの表示である。

【 0 0 8 0 】

以上の構成の反射型液晶装置は、No. 1は室内において、基板法線方向での白表示時の明るさが25%、コントラストが1:15であり、天井灯の正反射方向での白表示の明るさが45%、コントラストが1:12であった。No. 2は室内において、基板法線方向での白表示時の明るさが23%、コントラストが1:15であり、天井灯の正反射方向での白表示の明るさが42%、コントラスト

が 1 : 1 3 であった。

【 0 0 8 1 】

双方共に十分なコントラストと明るい表示が得られるが、ノーマリーホワイトモードの方がより明るく望ましい表示が得られる。これは画素外の領域が、明るさに寄与するためである。

【 0 0 8 2 】

【 発明の効果 】

以上述べたように、本発明によれば後方散乱を含む散乱板と鏡面反射板を使用することにより、正反射光を利用した明るくコントラストの高い反射型液晶装置を提供することが出来る。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】

本発明の実施例 1、3、10 における反射型液晶装置の断面を示す図である。

【 図 2 】

本発明の実施例 2、4 における反射型液晶装置の断面を示す図である。

【 図 3 】

本発明の実施例 2、4、6、8 における反射型液晶装置の液晶のラビング方向、偏光板の透過軸の方向を示す図である。

【 図 4 】

本発明の実施例 2、4 における反射型液晶装置の断面を示す図である。

【 図 5 】

本発明の実施例 2、4、6、8 における反射型液晶装置の液晶のラビング方向、偏光板の透過軸、位相差板の遅相軸の方向を示す図である。

【 図 6 】

従来の反射型液晶装置の断面を示す図である。

【 図 7 】

本発明の実施例 3、4、5、6、7、8、9、10 における散乱板の散乱特性を示す図である。

【図 8】

本発明の実施例 5 における反射型液晶装置の要部を示す図である。

【図 9】

本発明の実施例 6 における反射型液晶装置の要部を示す図である。

【図 10】

本発明の実施例 6 における反射型液晶装置の要部を示す図である。

【図 11】

本発明の実施例 7 における反射型液晶装置の断面を示す図である。

【図 12】

本発明の実施例 8 における反射型液晶装置の断面を示す図である。

【図 13】

本発明の実施例 8 における反射型液晶装置の断面を示す図である。

【図 14】

本発明の実施例 9 における反射型液晶装置の要部を示す図である。

【図 15】

本発明の実施例 10 における反射型液晶装置の電圧と透過率の関係を示す図である。

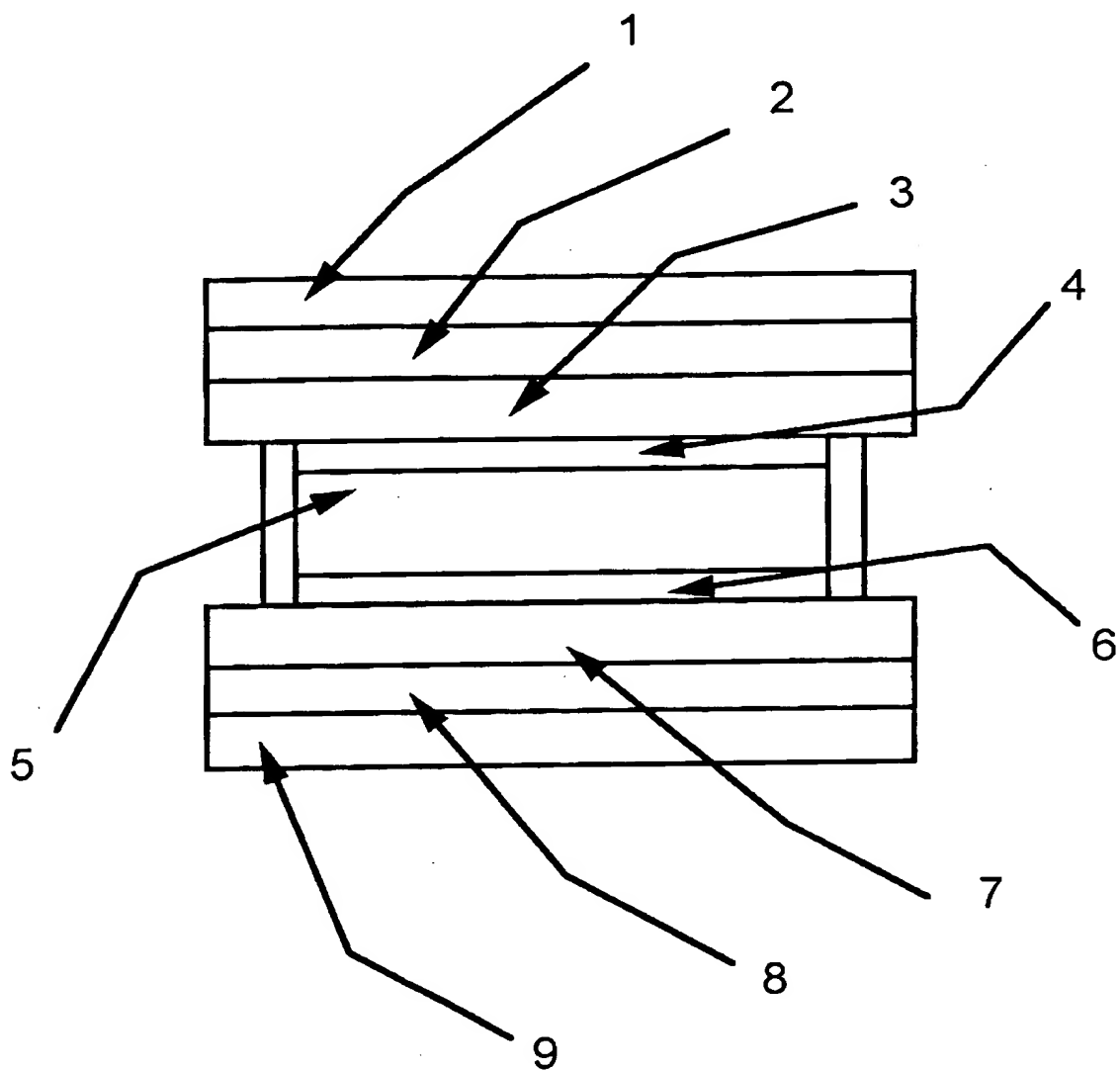
【符号の説明】

- 1 拡散板
- 2 上側偏光板
- 3 上側基板
- 4 上側電極
- 5 液晶
- 6 下側電極
- 7 下側基板
- 8 下側偏光板
- 9 鏡面反射板
- 3 1 上側偏光板 2 の透過軸方向
- 3 2 液晶 5 の上側基板 3 でのラビング方向

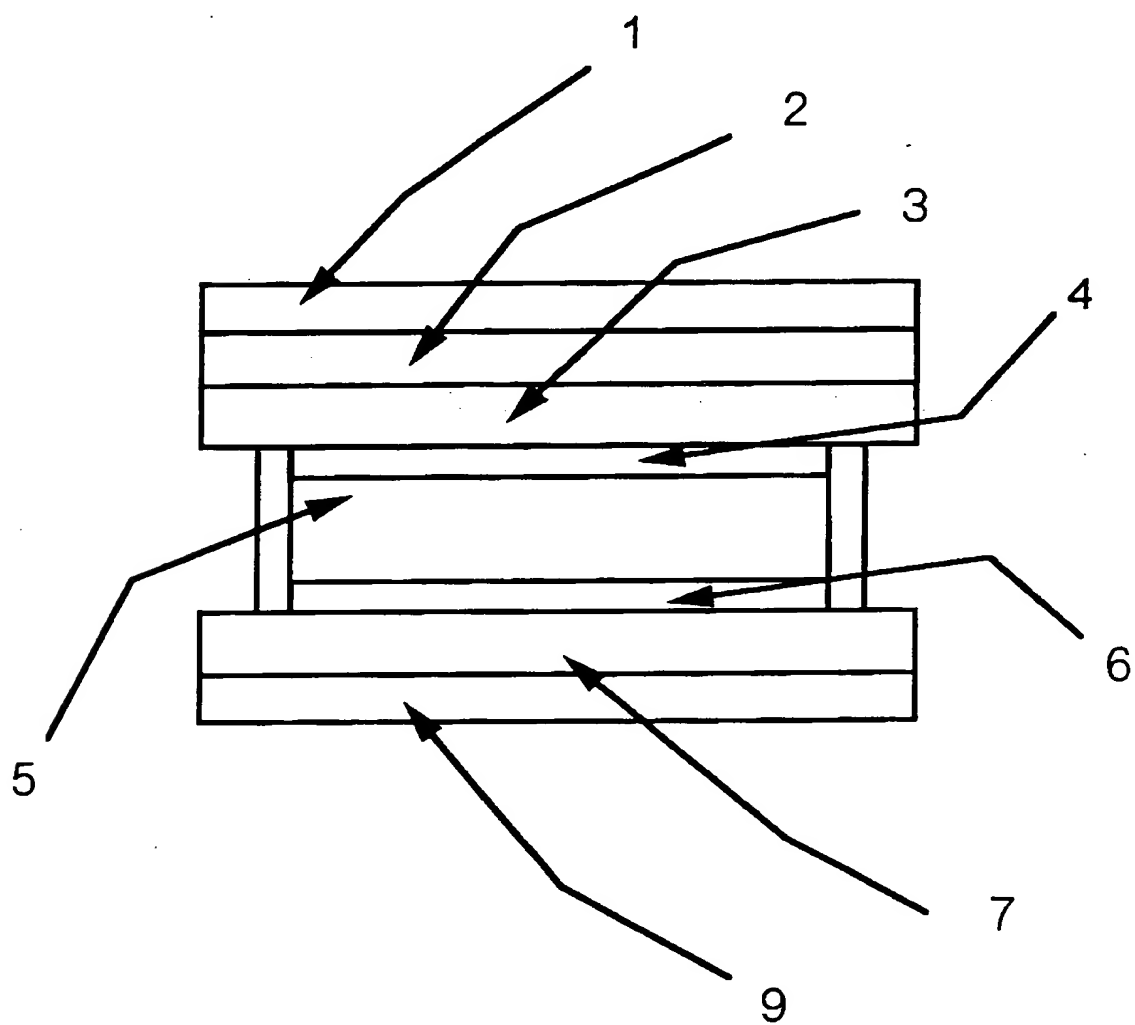
- 3 3 液晶 5 の下側基板 7 でのラビング方向
- 3 4 3 1 の水平とのなす角度
- 3 5 3 2 の水平とのなす角度
- 3 6 3 3 の水平とのなす角度
- 4 1 位相差板
- 5 1 位相差板 4 1 の遅相軸
- 5 2 5 1 の水平とのなす角度
- 6 1 拡散反射板
- 7 1 入射光
- 7 2 正反射光
- 7 3 7 2 を中心とした 1 0 度コーン
- 8 1 対向電極
- 8 2 信号線
- 8 3 画素電極
- 8 4 M I M 素子
- 1 1 1 下側電極兼鏡面反射板
- 1 4 1 カラーフィルター
- 1 5 1 ノーマリーホワイトモードの電圧－透過率曲線
- 1 5 2 ノーマリーブラックモードの電圧－透過率曲線

【書類名】 図面

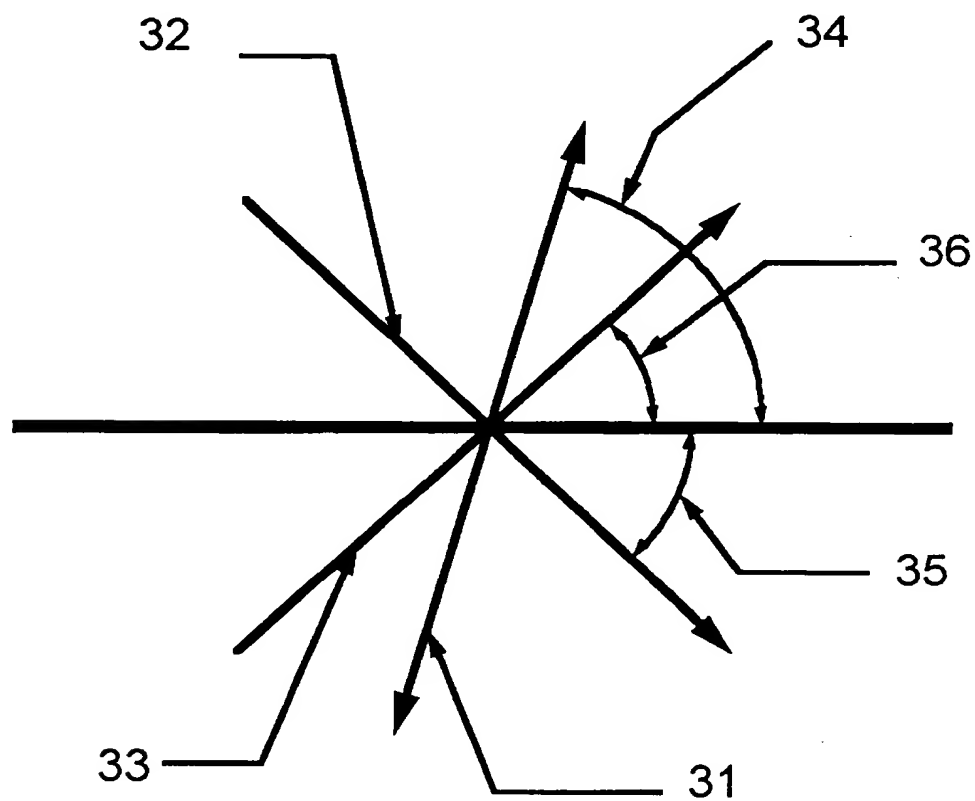
【図 1】



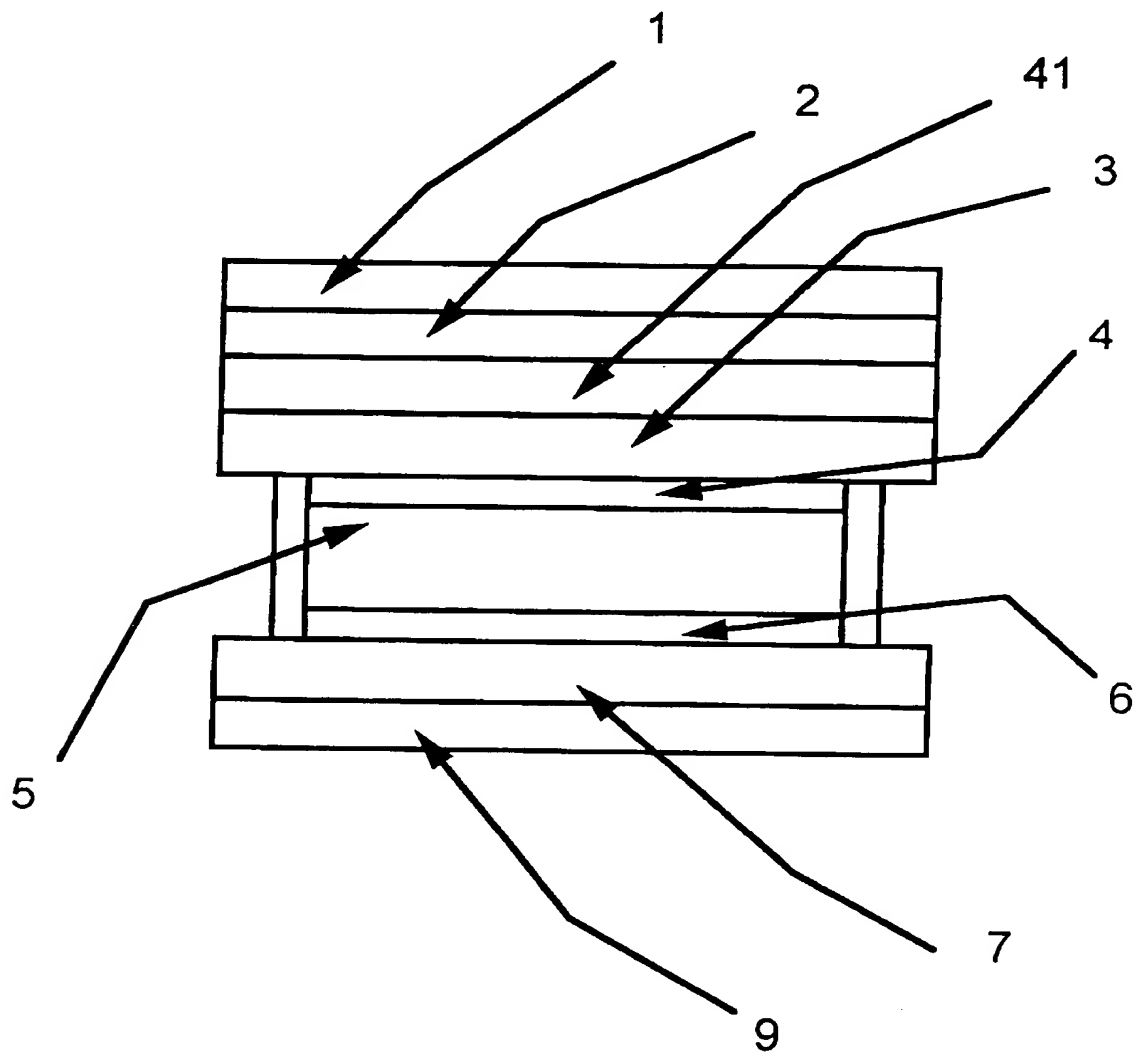
【図 2】



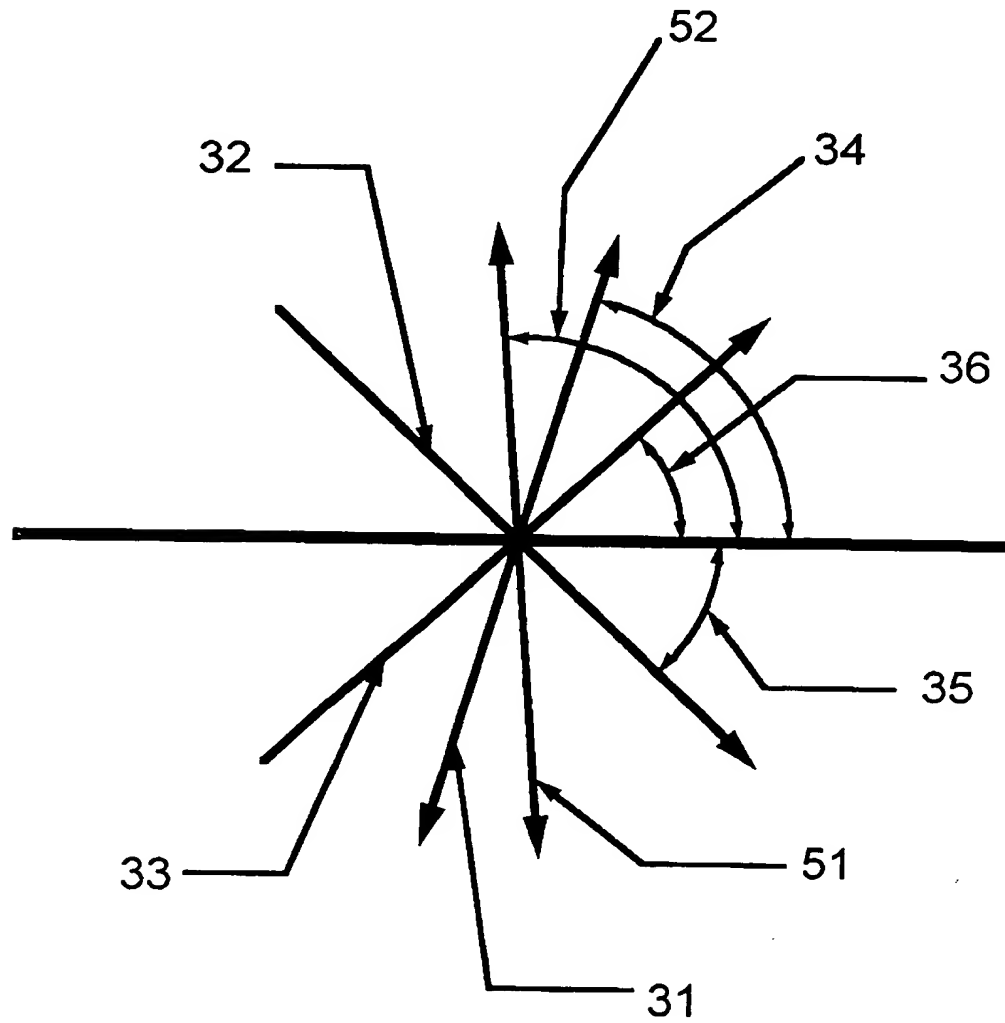
【図 3】



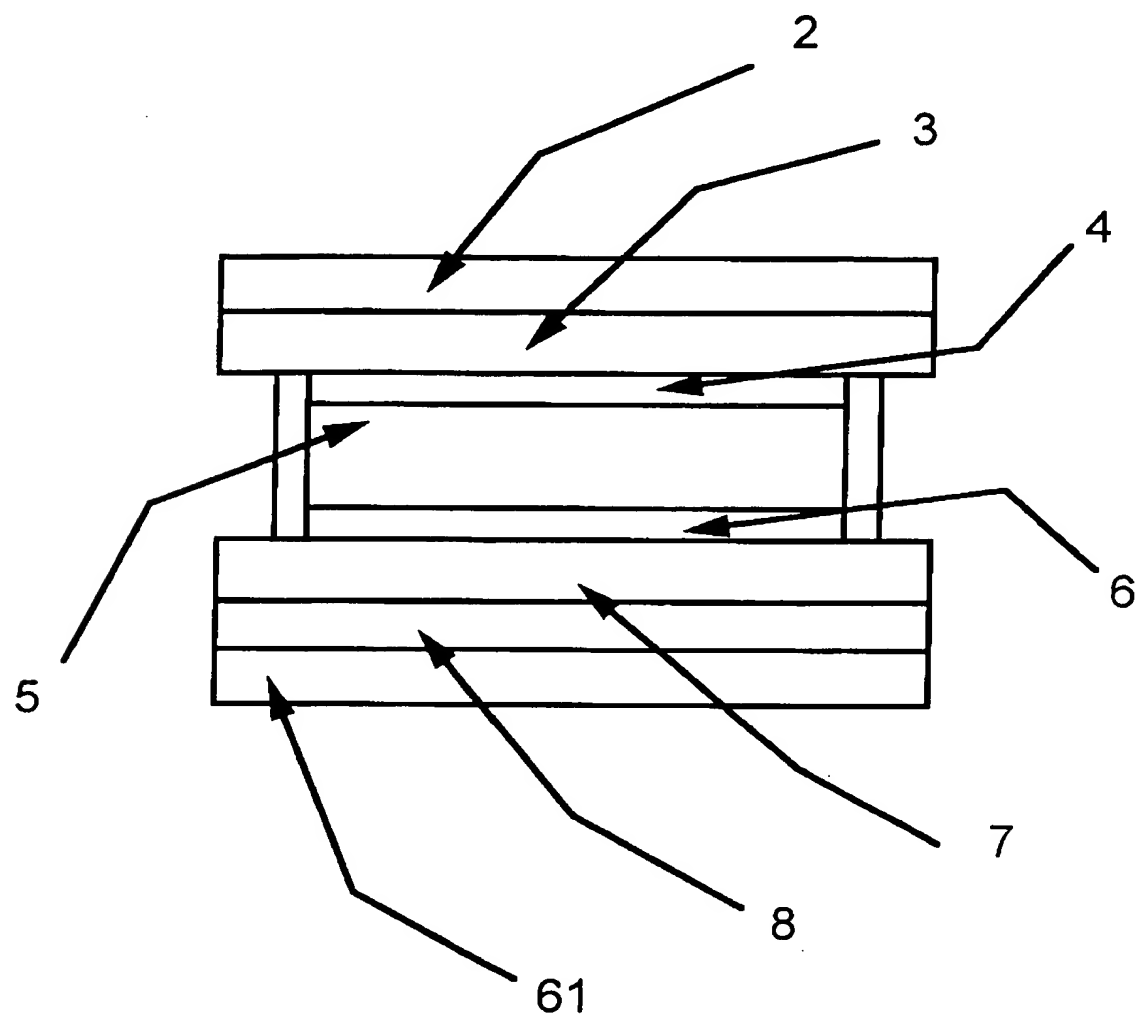
【図 4】



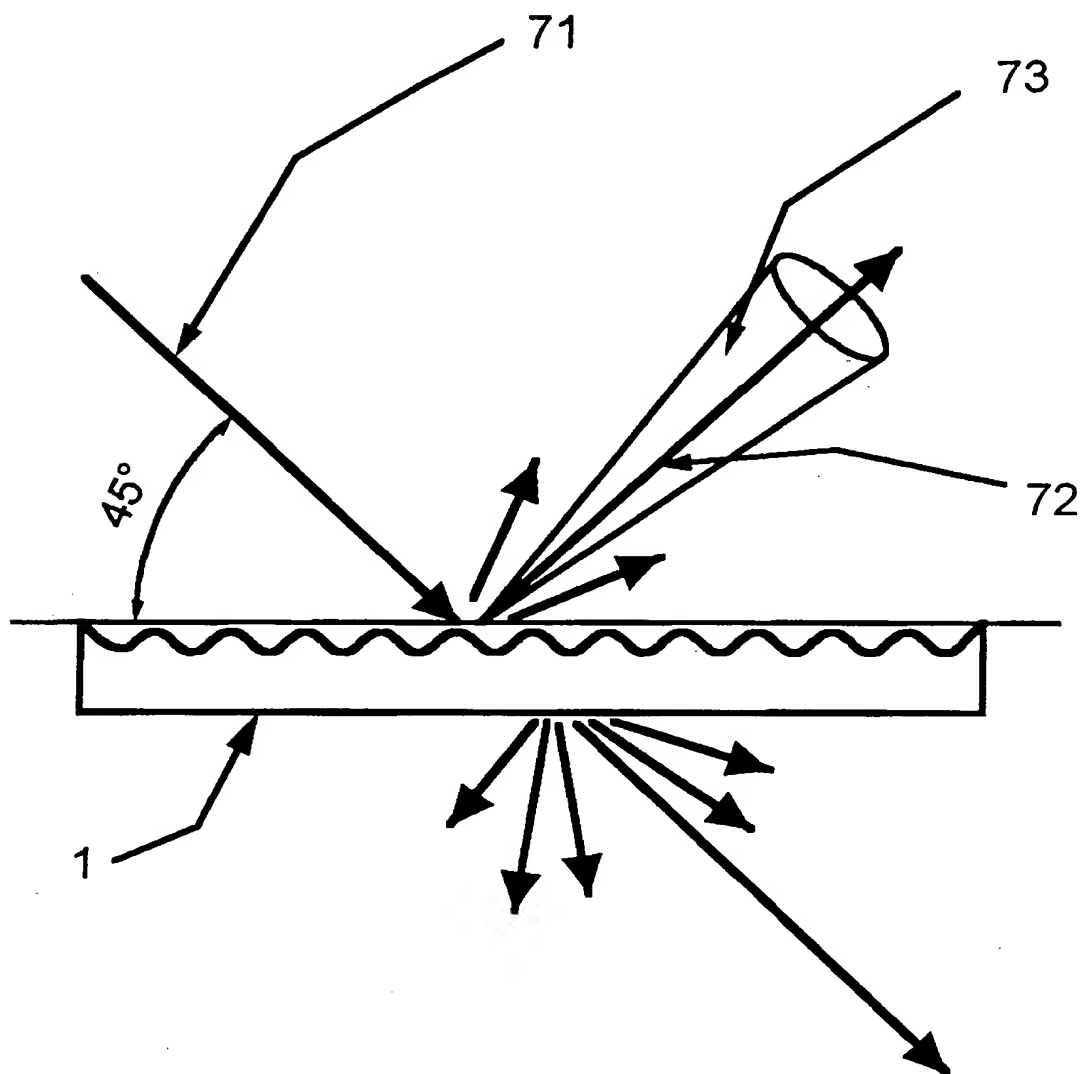
【図 5】



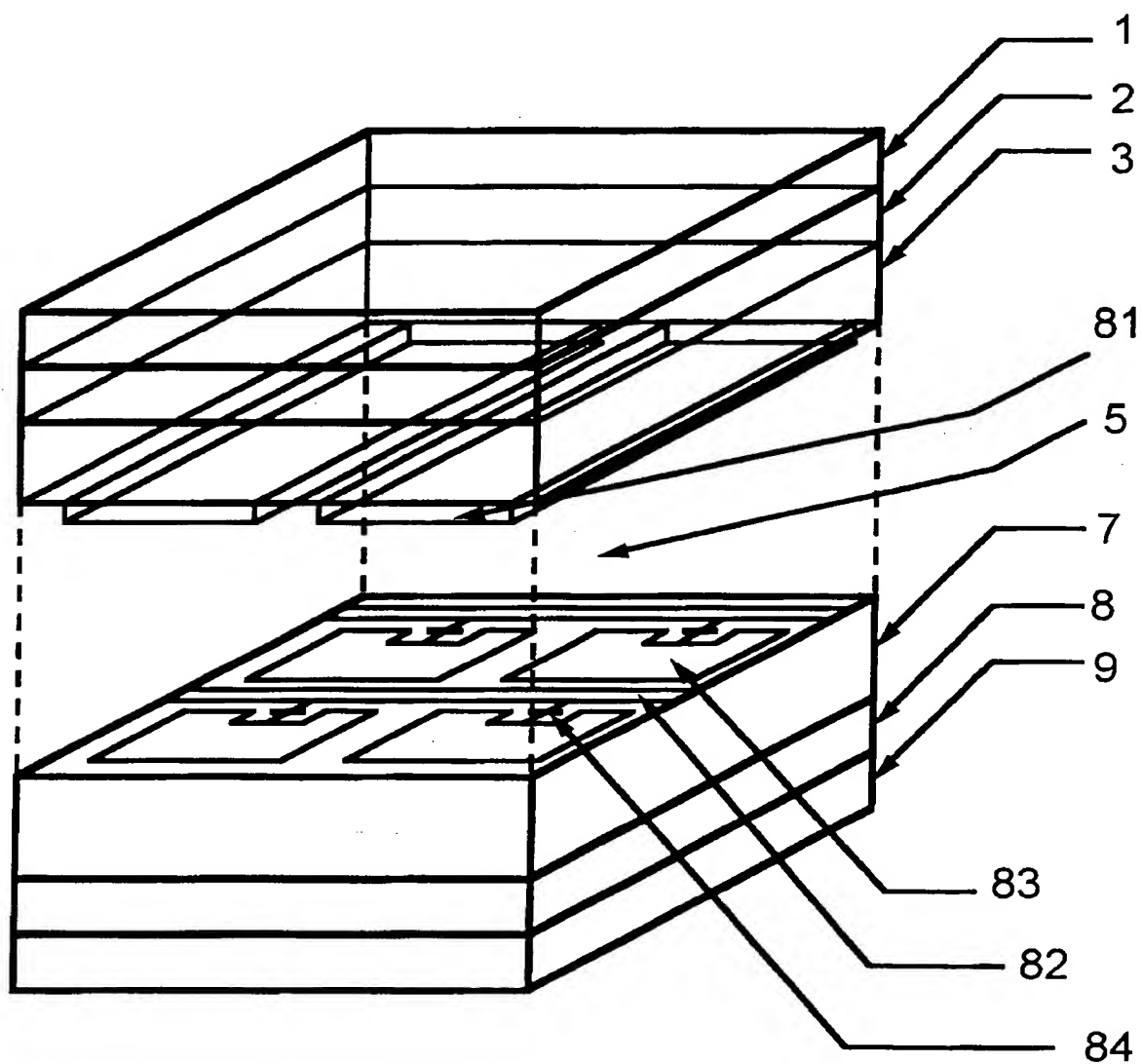
【図 6】



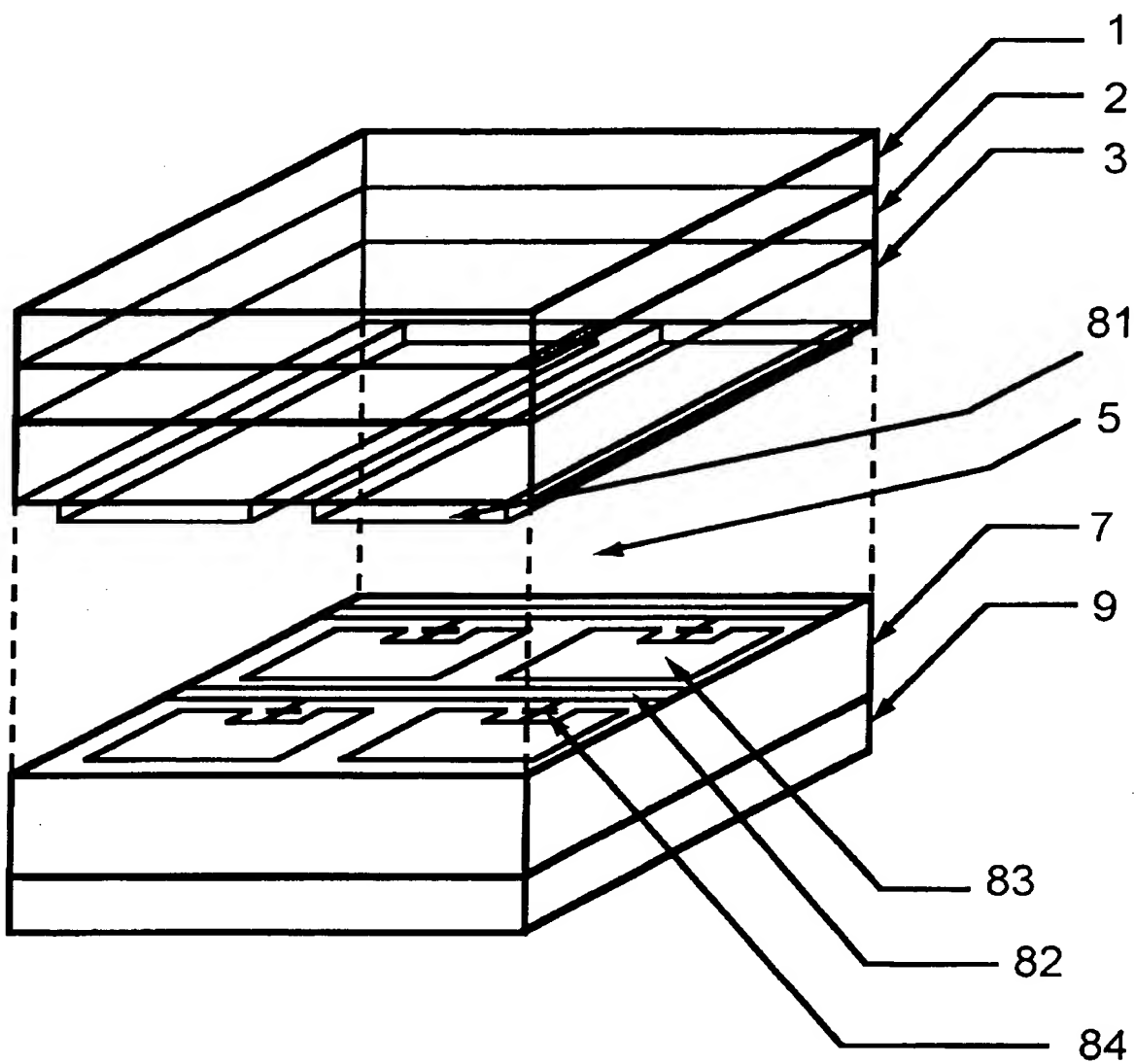
【図 7】



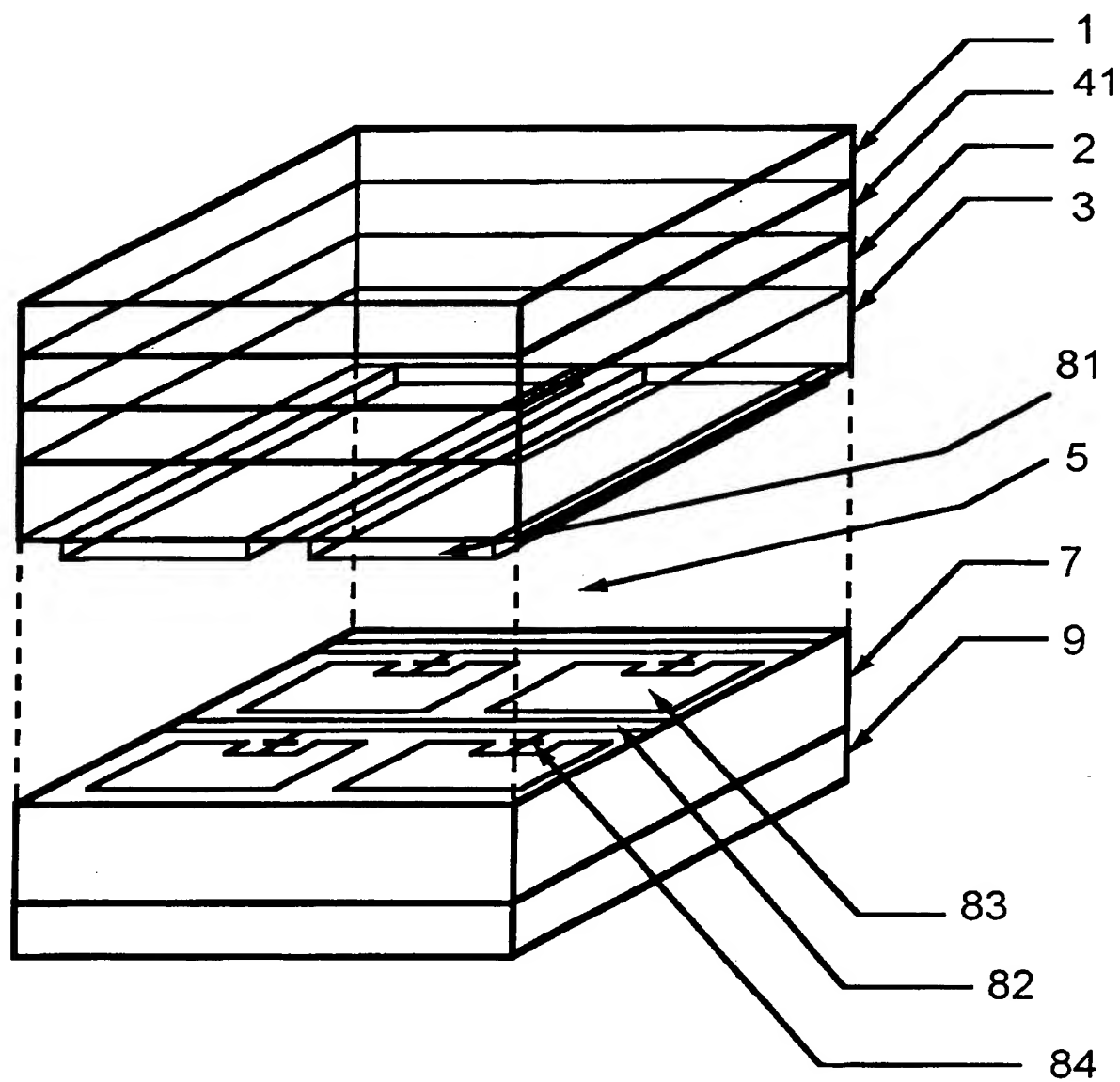
【図 8】



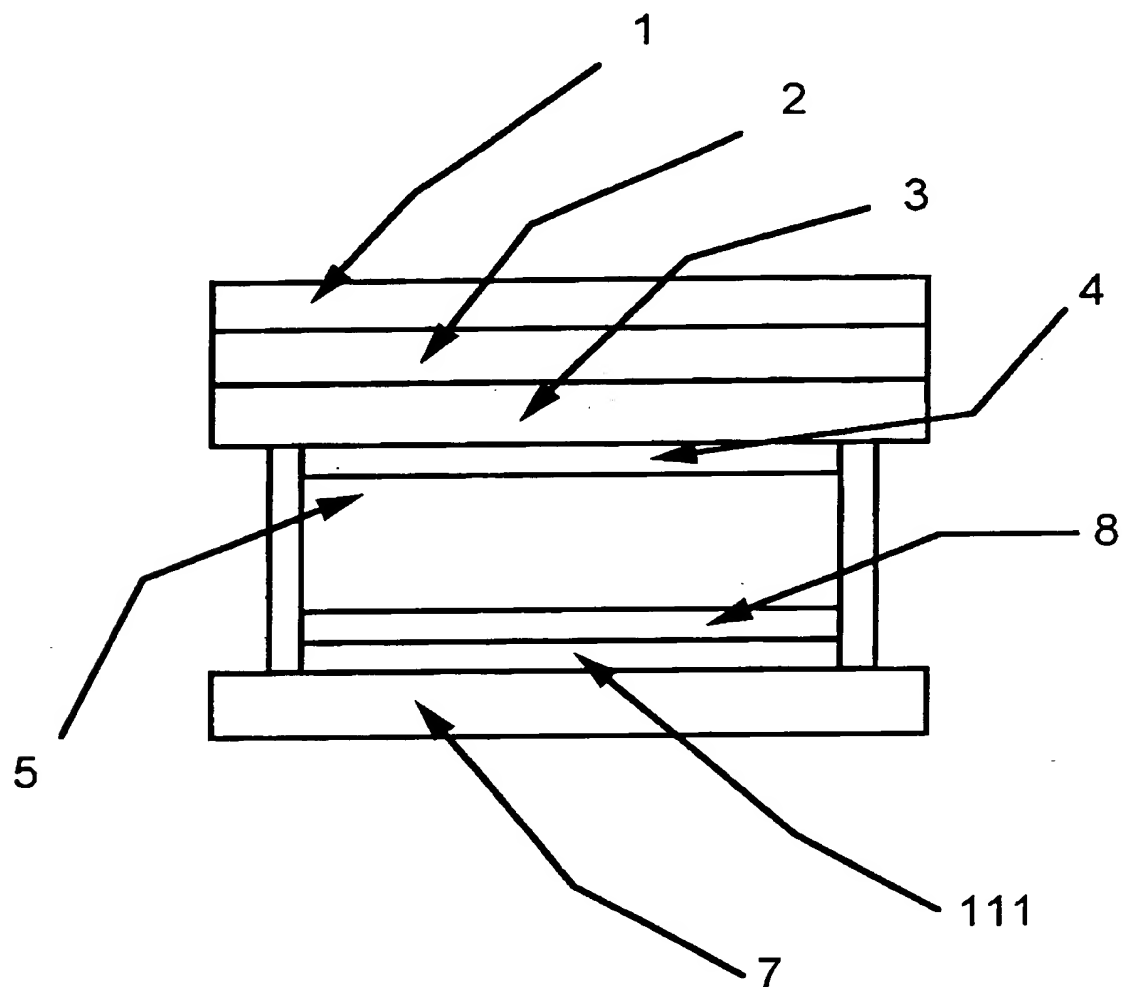
【図 9】



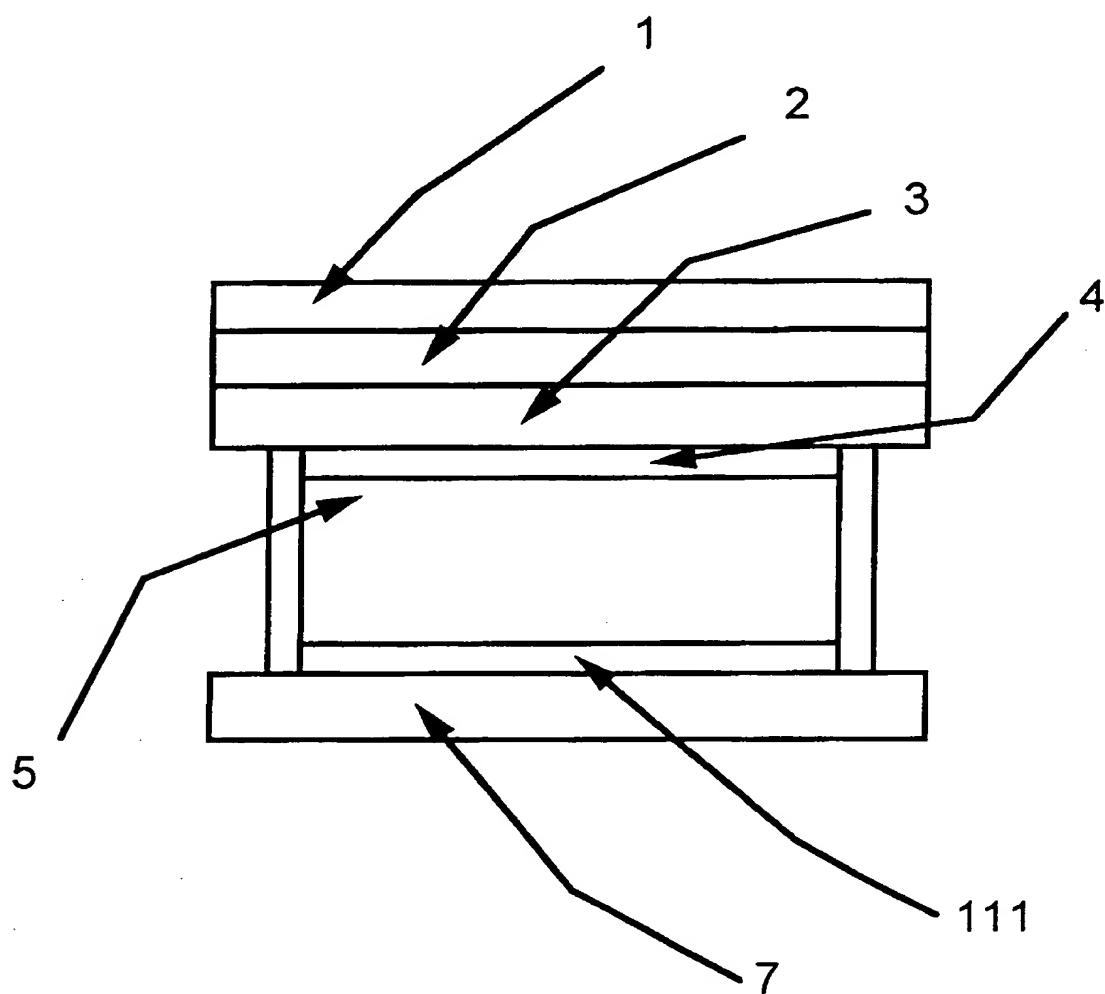
【図 1 0】



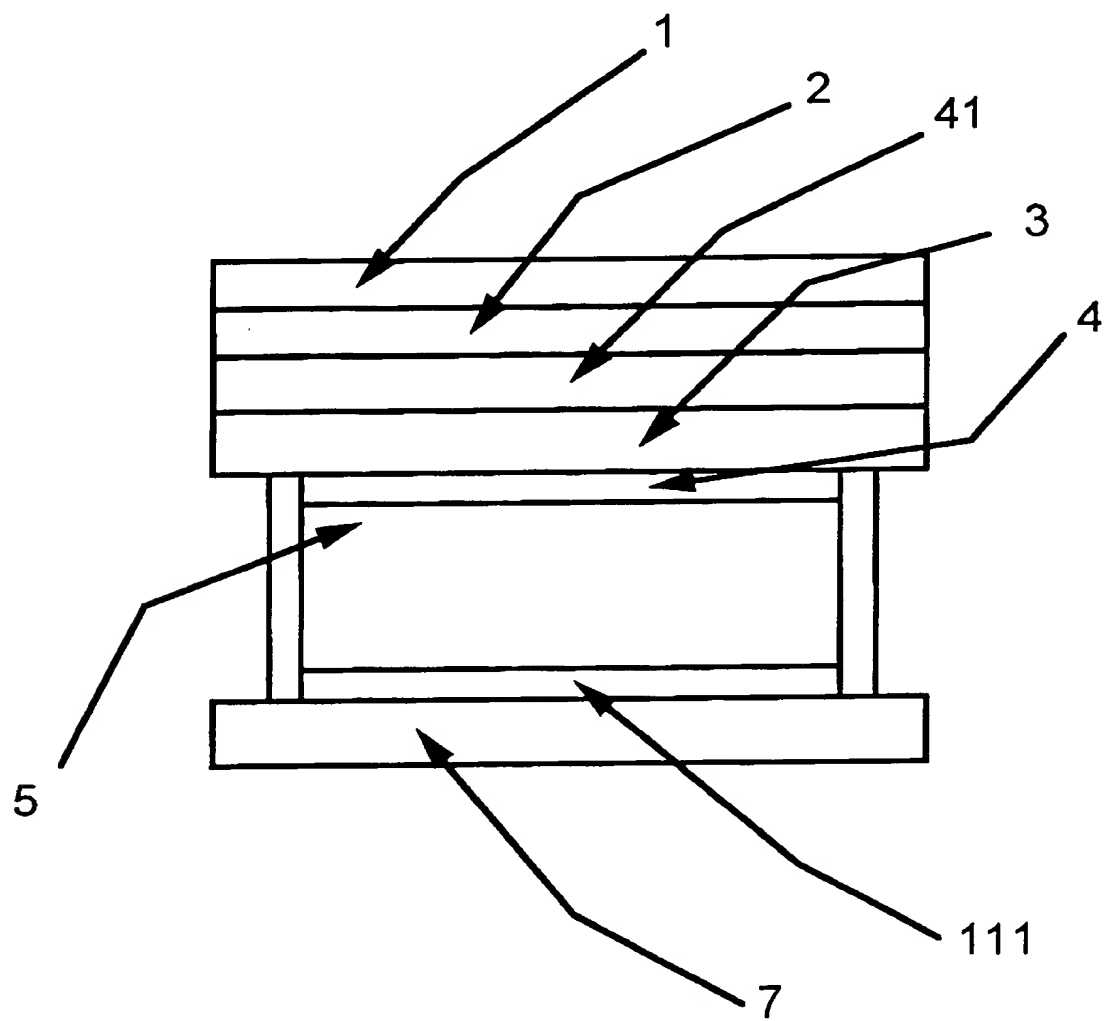
【図 1 1】



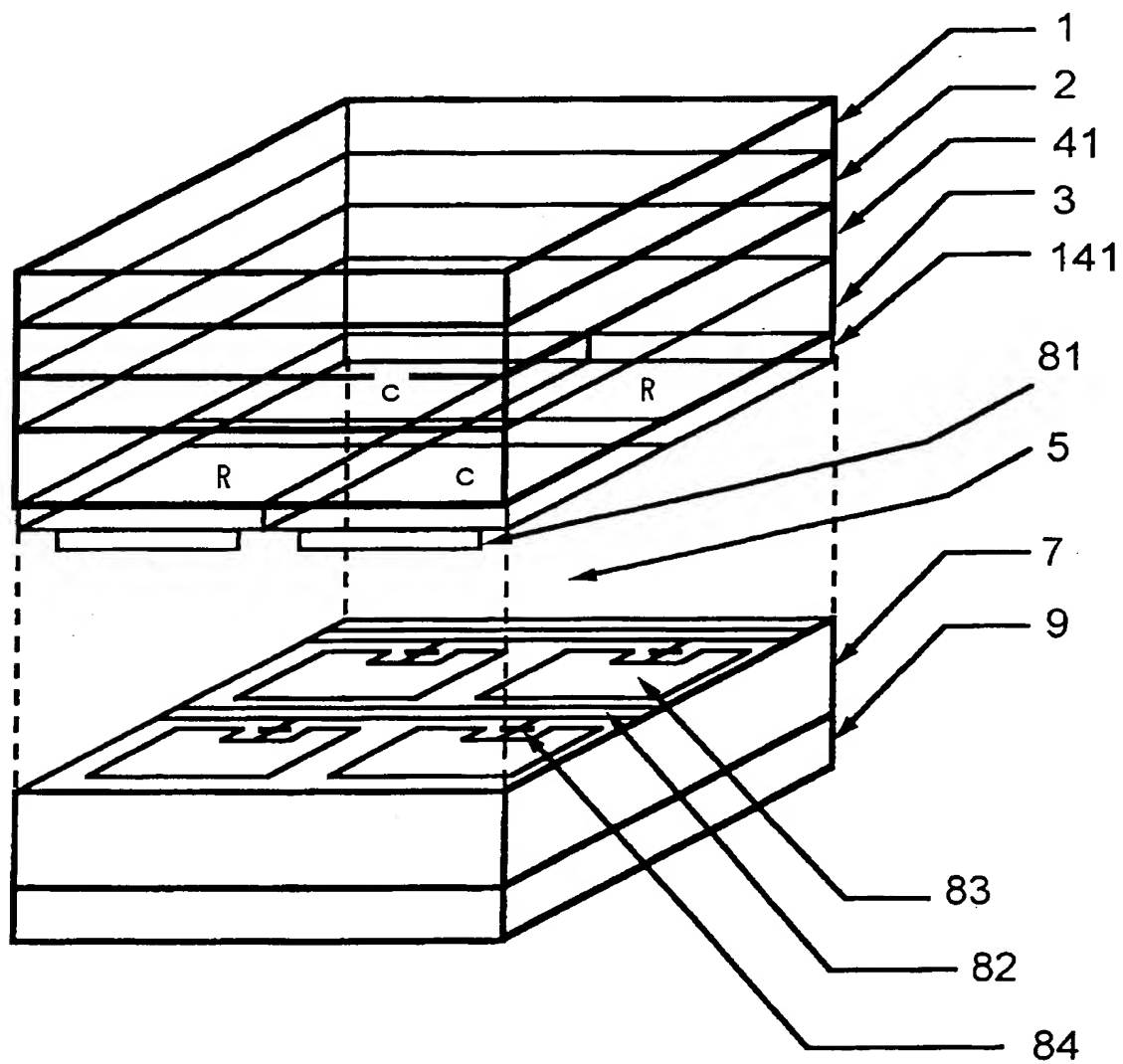
【図 1 2】



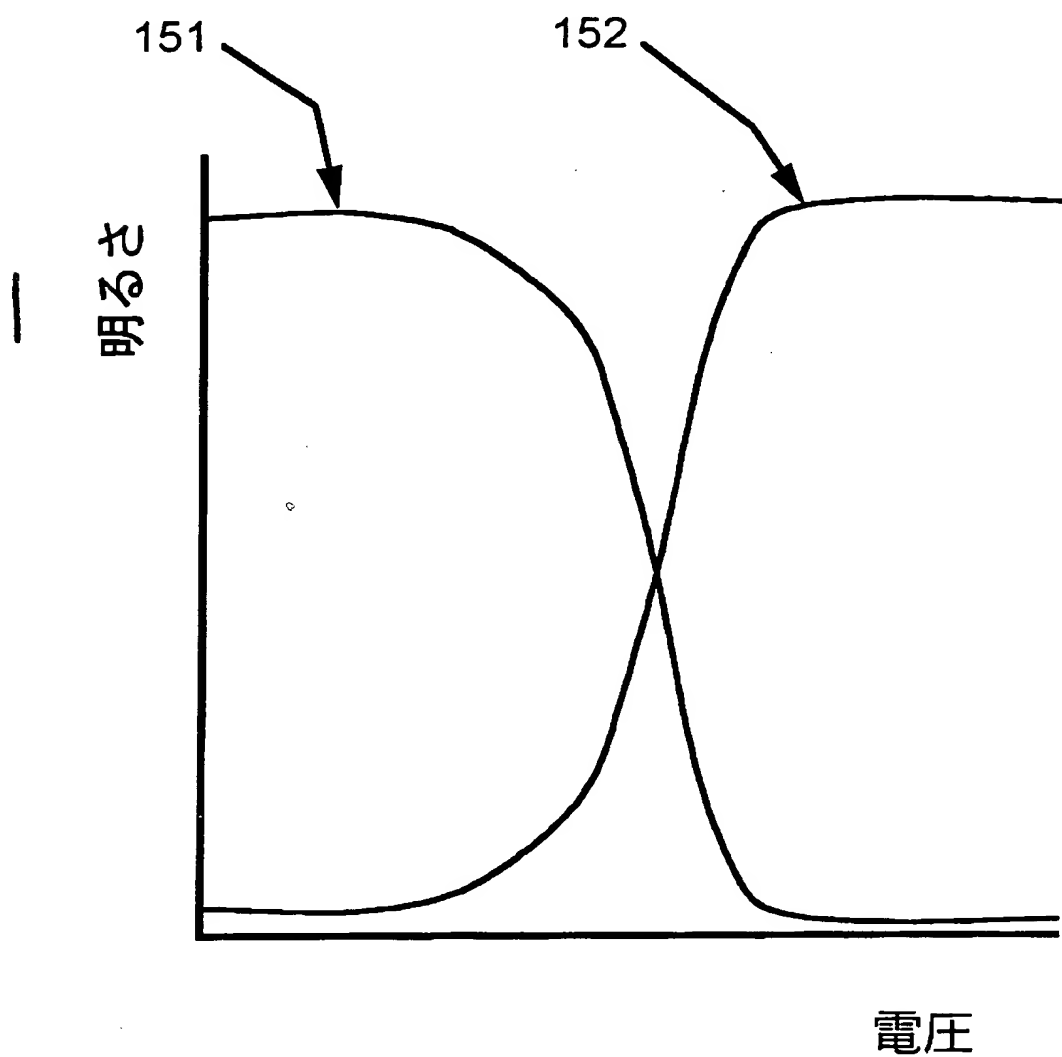
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



2

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 明るさと十分なコントラストを合わせ持つ反射型液晶装置を提供すること。

【解決手段】 対向する内面に電極を備えた一对の基板と、該基板間に挟持された液晶と、少なくとも1枚の偏光板と、反射板とを有する反射型液晶装置において、

反射板が鏡面反射板であり、かつ入射側基板に散乱板を備えることを特徴とする反射型液晶装置。

【選択図】 図 1 2